

Povrcháři

5. číslo

Září 2022

**PROTIKOROZNÍ OCHRANA OCELOVÝCH MOSTŮ
- ODKAZY MINULOSTI PRO SOUČASNOST**

**POZNÁMKY K PŘÍPRAVĚ POVRCHU PRO OPRAVY
A OBNOVY SYSTÉMŮ PKO**

**ČISTOTA NA DEFINOVANOU HODNOTU?
S FIRMOU SUMMA!**

**JAK UŠETŘIT NÁKLADY NA
OBRÁBĚCÍ A TVÁŘECÍ
NÁSTROJE**

**EFEKTIVNĚJŠÍ A UDRŽITELNĚJŠÍ
DOKONČOVACÍ OPERACE OMÍLÁNÍM**

**ECOCCOMPACT - KOMPAKTNÍ SYSTÉM
PLUG AND PLAY PRO EFEKTIVNÍ
ČIŠTĚNÍ POMOCÍ ROZPOUŠTĚDEL**

**ČIŠTĚNÍ POVRCHŮ
ENERGETICKÝCH ZDROJŮ
TEPLA A CHLADU**

TOPOLOGICKÁ ROVNOVÁHA



Slovo úvodem

Vážení přátelé, povrcháři a strojaři.

Zdravíme Vás všechny na konci letošního pěkného horkého léta a na začátku, jak to vypadá, "horkého" podzimu, s přáním všem, abychom jsme všichni měli čím topit i svítit. Především ve fabrikách, ale i jinde a doma.

Dnes to nebude úvodník jen o povrchu a jeho ochraně, ale především o věcech zásadních, které musíme všichni společně chránit a řešit. Každý musí! A to především v době, kdy je ohrožena samotná svébytnost a životaschopnost národa i jeho budoucnost.

Spisovatel a básník Jan Neruda, který žil ve své době též pod ochranou mnohačetného společenství národů, připomínal nejen vážnost k práci, ale především důležitost pospolitosti a pevnosti. Každého na svém místě i ve svém národě, a to jasnými slovy: "Bude-li každý z nás z křemene, je celý národ z kvádrů".

Ani ty generace před námi to neměli lehké. Tím však, že vždy včas odstranili to zvětralé, nepevné a zaprodané ze svého okolí a od nekonečného snažení, při defenestracích a různých jiných potřebných sešlostech na náměstích, dokázali společně zachovat tuto zemi v její plné síle a kráse. Tak, abychom i my rozvíjeli svobodně obchod, vzdělanost i svéprávnost. Abychom prodávali, komu chceme a kupovali co potřebujeme, kde chceme, a hlavně za kolik můžeme!

Nemusíte s těmito slovy souhlasit, ale jsou to slova těch, kteří přišli docela nedávno k soše svatého Václava a kteří chtějí přijít znovu na den jeho svátku. Proč?! Jen proto, že chtějí i zítra pracovat a mít možnost se postarat o sebe a své rodiny. A ti mladší chtějí dokonce někde bydlet. Jak troufalé....

Více jak 30 let jsme téměř všichni diváky nekonečných seriálů v přerozdělování a v rozkrádání. Naivně jsme vítali všechny ty investory, kteří zdarma získali lidský potenciál s vysokou kvalifikací a erudicí. Výsledky práce a spotřeba téměř 70 % našich lidí odchází tak dnes zahraničním vlastníkům z firem, bank, obchodních řetězců, vody...! A nyní tedy i z energií? Energetická krize?

A kde se vzala?

Podrobnosti o změnách v jedné malé bohaté zemi uprostřed našeho světadílu, kde jsme chtěli žít, najde pozorný čtenář v knihách doc. Švihlíkové, (např. Jak jsme se stali kolonií), ale i v dalších knihách současných předních ekonomů (např. Douglas Murray – Podivná smrt Evropy).

Nebudme, ale vůbec malomyslní. Spravme společně to, co se v dobré víře pokazilo. A pomáhejme každý z nás, pokud můžeme, naplňovat nadčasová slova – TGM - presidenta osvoboditele:

Nebát se a nekrást!

K tomu si všichni držíme palce s přáním udržitelného chodu celé naší země a zasloužené životní úrovně všech, kteří pro ni pracují.

Jak na tom skutečně jsme v našich průmyslově vyspělých zemích i v porovnání se světem, ukáže nejlépe letošní Mezinárodní strojírenský veletrh v Brně ve dnech 4. až 7. října. Přijďte najít nové kontakty. Především začít opět úspěšně vyvážet naše výrobky za dobrou cenu, se ziskem výrobců i prodejců.

A pokud budete mít čas, zastavte se i na stánku Povrchářů v pavilonu E stánek číslo 45, kde Vás rádi uvidíme.

Na setkání se těší



doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc.



Ing. Jan Kudláček, Ph.D.

Úspory energií ve strojírenství – doprovodná akce MSV v Brně dne 6. 10. 2022

Přestože si pořadatelé připravovaného semináře jsou vědomi zásadních příčin současných energetických problémů, zaměřili doprovodnou akci letošního MSV v Brně na problematiku úspor energií ve skutečnosti.



ODBORNÝ SEMINÁŘ

ÚSPORY ENERGIÍ VE STROJÍRENSTVÍ

Odborný seminář pro zájemce o možnosti úspor v technických oborech a energetice v rámci konání MSV 2022 v Brně.

Cílem je poskytnout kontakty a praktické příklady jak optimalizovat výrobní náklady a ušetřit energii. Vždyť ta ušetřená je ta nejlevnější!

Tento odborný seminář se uskuteční **6. 10. 2022 od 10 do 13 hodin** na brněnském výstavišti **v přednáškovém sále č.103 Administrativní budovy** (ve výškové budově BVV, vstup vlevo od brány 1).

Z programu:

- Snížení pasivních odporů a tření funkčních dvojic.
- Prodloužení životnosti obráběcích a tvářecích nástrojů.
- Úspory energií nastavením optimálních parametrů tepelných zdrojů a kotelen.
- Čistění vnitřních povrchů topných systémů a chladičů.
- Odstranění silných korozních vrstev a povlaků nátěrových hmot rychle a levně.
- Netradiční a provozně levné nové zdroje tepla. Pelety. Tepelná čerpadla. Reflexní fólie.

Akce je připravena Centrem pro povrchové úpravy – CPU, správou brněnských veletrhů a výstav – BVV a Fakultou strojní ČVUT v Praze, Ústavem strojírenské technologie.

Akci hradí BVV a organizátoři akce, přesto z důvodu kapacity sálu si Vás dovoluujeme požádat o včasné vyplnění elektronické přihlášky na www.povrchari.cz

doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc.
ODBORNÝ GARANT
Viktor.Kreibich@fs.cvut.cz
+420 602 341 597

Ing. Jiří Kuchař, Ph.D. IWE
ORGANIZAČNÍ GARANT
Jiri.Kuchar@fs.cvut.cz
+420 720 108 375

Mediální podpora:

Povrcháři.cz

Technický týdeník

Protikorozi ochrana ocelových mostů – odkazy minulosti pro současnost

Jan Kudláček – FS ČVUT v Praze

Alexander Sedláček – S.A.F. Praha spol. s r.o.

Optimální protikorozi ochrana ocelové konstrukce zabezpečuje požadovanou funkci a životnost v podmínkách odpovídající výroby, montáže a především použití.

Současný stav protikorozi ochrany je ve většině aplikací na ocelové konstrukce zaměřen na využití kombinovaných protikorozi systémů tzv. duplexních systémů. Pro méně agresivní prostředí se ale vhodně využívá i samotných povlaků zhotovených z organických nátěrových hmot či žárovým zinkováním ponorem.

Protikorozi ochrana ocelových mostních konstrukcí byla historicky řešena pouze organickými povlaky (nátěry), které poskytovaly především pasivní bariérovou ochranu. Aktivní ochrany s využitím elektrochemické ochrany (katodická ochrany), bylo uplatněno až na vybrané svařované mostní konstrukce.

Protikorozi ochrana pomocí organických nátěrových hmot

Obecně lze konstatovat, že používané organické povlaky byly vhodně pigmentovány korozními inhibitory a tím byla zvýšena účinnost protikorozi ochrany. V případě aplikace organických povlaků byly používány především lněné oleje (fermeže; v polovině 19. stol. prakticky jediná možnost) pigmentované suříkem (Pb_3O_4).

Suřík byl velmi efektivní korozní inhibitor, používaný ve významném poměru mísení do základových nátěrů (primerů) až do 70 let 20. století. Na většinu mostních konstrukcí i na našem území se užívaly k protikorozi ochraně organické povlaky pigmentované dominantně suříkem (Pb_3O_4), nebo jinými sloučeninami olova, např. olovičitanem divápenatým, kyanamidem olovnatým nebo benzoanem olovnatým.

Suříkem pigmentované základní nátěrové hmoty byly přednostně používány na nýtované mostní konstrukce. Nejčastěji se používala suspenze suříku ve lněném oleji, méně často směs suříku a alkydu (zpravidla alkydy modifikované mastnými kyselinami rostlinných olejů).

Suříkem pigmentované nátěrové hmoty se nesměly aplikovat jako vrchní nátěry, a to z toho důvodu, že suřík je nestabilní vlivem působení vzdušného CO_2 , H_2S a rovněž degraduje vlivem expozice UV záření. Proto bylo vždy doporučováno provádět vrchní vrstvy nátěrového systému ihned po vytvrzení suříkem pigmentovaného základního nátěru.

Suříkem pigmentovaný základní nátěr byl například zjištěn na:

- Negrelliho viaduktu v Praze (ocelová část z r. 1935),
- mostě přes přehradu Hracholusky, tzv. Pňovanský most (konstrukce z r. 1899),
- lávce pro chodce v Plzni – Lochotíně (konstrukce z r. 1930),
- Žďákovském mostě – vnitřní plochy (konstrukce z r. 1967)

V době realizace historických ocelových konstrukcí na území dnešní ČR byly k dispozici kromě široce používaných pigmentů na bázi olova rovněž pigmenty chromanové. Oba dva typy pigmentů jsou však toxické a tudíž nejsou v současnosti používány pro pigmentaci základních nátěrů.

Protikorozi ochrana nýtovaných mostních konstrukcí postavených na území dnešní ČR v 19. století byla prováděna výhradně olejovými nátěrovými hmotami. Tyto nátěrové hmoty byly na bázi vysychavých olejů ryze přírodních a následně i částečně technologicky upravených (tepelně zpracovaných) a byly široce rozšířené jako obvyklá protikorozi ochrana ocelových prvků proti atmosférické korozi. Bylo jich využíváno samozřejmě i jako vrchních povlaků pigmentovaných mletým vápencem, plavenou křídou, kaolinem, sazemi, mletým sádrovcem, maskem. K pigmentaci byly rovněž používány barevné hlinky (především železitě), asfaltové podíly a dehty. Využití našly i prášky jemně mletého hnědého a černého uhlí. Méně často byly používány syntetické anorganické pigmenty na bázi Pb, Cr, Zn, aj.

Koncem 19. stol. se rychle rozšiřovaly alkydové pryskyřičné nátěrové hmoty. Jednalo se obvykle o estery funkčních alkoholů (glycerolu nebo pentaerythritolu) s organickými kyselinami nebo jejich anhydridy (především ftalanhydrid). Obecně lze konstatovat, že alkydy na bázi pentaerythritolu vykazují vyšší odolnost a menší propustnost pro soli a kondenzát. V ohledu protikorozi ochrany oceli doznaly širokého uplatnění alkydové pryskyřičné nátěry modifikované rostlinnými oleji, respektive jejich mastnými kyselinami. Tyto nátěrové hmoty byly dostupnější než klasické olejové nátěry a rychleji vysychaly (obvyklá aplikační rozpouštědla byly alifatické uhlovodíky, benzin, xylol apod.).

Počátkem 20. stol. byly rostlinné oleje nahrazeny syntetickými mastnými kyselinami vzniklými řízenou oxidací parafínu. V roce 1910 se objevuje na trhu fenolformaldehydová pryskyřice, jakožto první čistě syntetická pryskyřice a v roce 1931 se pro změnu objevuje první alkydová pryskyřice. Dále probíhala modifikace obvyklých formulací alkydových nátěrových hmot např. vinylovými uhlovodíky a kyselinou benzoovou pro vylepšení její stálosti a urychlení jejího zasychání. Alkydové nátěrové hmoty se vyznačovali velmi dobrou přilnavostí k ocelovému podkladu.

Obvyklý koncept aplikace organických povlaků na ocelové (nýtované) mostní konstrukce za použití alkydových nátěrů bylo použití základního nátěru na bázi lněného oleje pigmentovaného vysokým podílem suříku a následnou aplikací dvou vrstev alkydu, jehož složení odpovídalo době a dostupným zdrojům surovin s dodatečným vypalováním nátěrového systému.

Před druhou světovou válkou se rozšířily ryze syntetické nátěrové hmoty na bázi chlorkaučků a polyesterů. Tyto nátěrové hmoty svojí stabilitou vůči UV záření, působení vody, kyselin (kyselá deště) a působení alkálií (např. výluhy z betonové mostovky), značně převyšovaly vlastnosti modifikovaných variant alkydů.

V 50. letech 20. století přichází rozvoj epoxidových pryskyřic, polyakrylátů a dalších syntetických nátěrů. Epoxidové nátěry obsahují epoxidovou pryskyřici a tvrdidlo, které dává těmto nátěrům elastické, a přitom velmi tvrdé vlastnosti povrchu. Nátěr odolává odírání, vlhkosti a neagresivním chemikáliím.

V současné době je protikorozní ochrana pomocí nátěrových hmot u ocelových mostních konstrukcí založena především na bázi kombinace vícevrstvých epoxidových nátěrových hmot a vrchní polyuretanové nátěrové hmoty. Pro korozně agresivnější prostředí se používají základní epoxidové nátěrové hmoty s vysokým obsahem zinku či zinksilikátové nátěrové hmoty se středním obsahem zinku. Typů a výrobců nátěrových hmot pro ocelové konstrukce je dnes velké množství a zvolit vhodnou nátěrovou hmotu není jednoduché, s ohledem na řadu faktorů, které mají vliv na protikorozní ochranu ocelové konstrukce v prostředí přímé expozice. Z tohoto důvodu jsou při výběru vhodného nátěrového systému pro mostní ocelové konstrukce používány schválené nátěrové systémy, které byly podrobeny průkazným zkouškám a schváleny pro použití v konkrétním korozním prostředí.

Protikorozní ochrana ocelových konstrukcí s pomocí povlaku zinku

Samotný zinkový povlak vytvořený například technologií žárového zinkování ponorem sám poskytuje zcela uspokojivou protikorozní ochranu. Schopnost zinku ochránit ocel proti korozi byla objevena již v roce 1741 a od roku 1837, kdy byl získán první patent na žárové zinkování ponorem, se metoda ochrany oceli pokovením zinkem používá průmyslově.

V současné době se žárové zinkování ponorem u ocelových mostních konstrukcí využívá spíše pro vedlejší (nenosné) části konstrukce, jako jsou zábradlí, mostní uzávěry a podobně. Avšak není výjimkou využití samotného povlaku žárového zinku i pro nosné části mostní ocelové konstrukce. Příkladem je Komenského most v Jaroměři.



Obr. 1: Komenského most v Jaroměři 1886



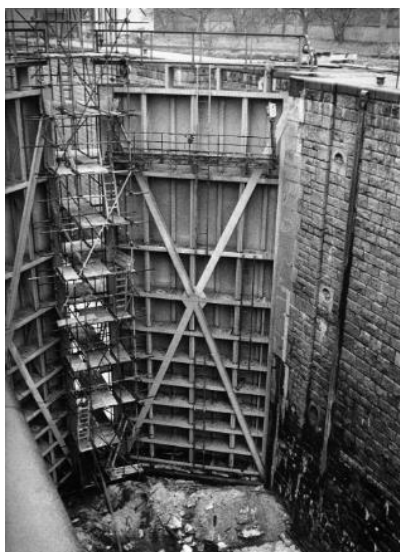
Obr. 2: Obnova Komenského mostu v Jaroměři žárovým zinkováním ponorem, rok 2015

Větší využití zinkových povlaků pro protikorozní ochranu ocelových konstrukcí je však využití v kombinaci s následnou aplikací nátěrových hmot, kdy hovoříme o tzv. Duplexním systému.

Duplexní systémy jsou kombinované protikorozní ochranné systémy, které se skládají z povlaku zinku a nátěrových hmot. Zinkový povlak je na povrch aplikován buď žárovým nástřikem (metalizací) či žárovým ponorem. Tyto systémy protikorozní ochrany se obvykle používají u protikorozní ochrany hlavních nosných ocelových konstrukcí. Hlavním důvodem je jejich schopnost zajistit povrchu základního kovu, v případě drobných poškození, katodickou ochranu a prodloužit tak životnost protikorozní ochrany. Duplexní systém má zpravidla mnohem delší životnost než jeden i druhý povlak samostatně. Předpokladem je dobrá a trvalá přilnavost organického povlaku k povrchu zinku, což znamená, aby byl povrch zinku pečlivě očištěn a zvolen správný typ nátěrového systému.

Prvotní zmínky o duplexních systémech jsou z roku 1965. Systém byl tvořen zinkovým povlakem zhotovený metalizací a vrchním organickým nátěrem. Konkrétně se v Norsku využíval pro ochranu povlakový systém tvořen termickým nástřikem zinku (100 μm), utěšňovacím nátěrem a vícevrstevným organickým povlakem (200 až 300 μm). Most Rombak Bridge (otevřen v roce 1964) přes Rombak Fjord v Severním Norsku je příkladem úspěšného dlouhodobého ochranného systému.

Mezi prvními konstrukcemi opatřenými žárovým antikoročním nástřikem v Čechách patřily ocelové konstrukce vodních děl. Pokud začneme nejstarší přehradou z 30. let 20. století na Vltavě ve Vraném nad Vltavou, tak žárový nástřik byl aplikován na vratech plavebních komor v 60. letech. Systém byl v té době prováděn otryskáním křemičitým pískem, žárovým nástřikem 40 μ m zinkové vrstvy jako vazného povlaku a 160 až 200 μ m hliníku, uzavíracím a penetračním nátěrem a vrchní vrstvou v tomto případě asfaltového nátěru. Dalším dílem, kde se po montáži dodatečně prováděl žárový nástřik, byla přehrada Slapy budovaná v letech 1952 až 1955. V roce 1962 zde byla provedena oprava povrchové úpravy ocelových konstrukcí žárovým nástřikem Zn40Al160 s uzavřením syntetickou barvou.



Obr. 3: Plavební komora ve Vraném nad Vltavou v době PKO – 60. léta 20. století



Obr. 4: Korunový uzávěr – přehrada Orlik

Velkým mostním dílem je Žďákovský most, který byl stavěn s přestávkami v letech 1960 až 1967. Povrchová úprava byla navržena jako kombinovaný povlak se specifikací Zn40Al160 + L, nátěrová hmota syntetická na bázi alkydových pryskyřic základní a vrchní typu S2013.



Obr. 5: Žďákovský most – pohled z břehu na obloukovou ocelovou konstrukci (1967)



Obr. 6: Žďákovský most – pohled na mostovku ocelové konstrukce (1967)

V 70. letech 20. století byla v rámci dopravní koncepce hlavního města vybudována napříč celou Prahou komunikace tzv. Severojižní magistrála. Její součástí je přemostění vedoucí od Muzea až ke Hlávkovu mostu. Přemostění je sestaveno z ocelových nosníků podepřených železobetonovými sloupy. Mostovka je tvořena ocelovou ortotropní žárově stříkanou konstrukcí. Do celého komplexu přemostění byla zahrnuta i odbavovací hala Hlavního nádraží, jejíž ocelová konstrukce je rovněž opatřena žárovým nástřikem.

Celá konstrukce byla vyrobena po dílech, které byly schopné přepravy včetně povrchové úpravy a po montáži na stavbě byla provedena dometalizace montážních svarových ploch. Žárový nástřik Zn40Al 160 byl uzavřen základovou barvou na lehké kovy S2003 a krycí vrstvou syntetické barvy S2014 s předpokladem životnosti povlaku 30 let. Tento předpoklad potvrdil i diagnostický průzkum z let 2008 až 2010. Obdobných výsledků bylo konstatováno u dalších stavebních děl. Ve většině případů u kontrol po cca 30 letech bylo potvrzeno naprosté nepoškození žárově stříkaných povlaků. Vždy byla konstatována částečná nebo prakticky úplná degradace nátěrového systému a jen v ojedinělých případech poškození metalizované vrstvy. To bylo buď při mechanickém porušení povlaku, nebo při nadměrném korozním napadení povlaku.



Obr. 7: Severojižní magistrála – letecký pohled
Hlavního nádraží směrem k Hlávkovu mostu (1975 až 1977)



Obr. 8: Severojižní magistrála – spojení mostovek s tepelnou dilatací
od vozovky (1978)



Obr. 9 Odbavovací hala Hlavního nádraží – točité schodiště po provedení žárového nástřiku (1977)

Ve srovnání s minulostí, kdy převládaly povlaky hliníku a zinek byl používán jako vazná mezivrstva, dnes je tomu naopak. Dříve běžný předpis Zn40/Al160, tzn. celková tloušťka barierového povlaku byla 200 μm je v současnosti nahrazován povlakem slitiny ZnAl 85/15 v tloušťkách kolem 100 μm . Slitina ZnAl 85/15 s obchodním názvem ZINACOR má svou historii již v 70. letech minulého století, kdy byla vyvinuta pro povlaky v přímořských oblastech pro svou vyšší korozní odolnost než čistý zinek.

V posledních letech si začínají investoři uvědomovat, že vynaložené investiční prostředky do staveb či zařízení by měly být natolik efektivní, abychom u nich nemuseli vynakládat další finanční prostředky do oprav a údržby. Zkušenosti v praxi ukazují, že dlouhodobá ochrana OK je pouze v kombinaci povlaku zinku nebo hliníku či jejich kombinací a nátěrového systému, i za cenu vyšších nákladů. Je třeba si uvědomit, že cena protikorozní ochrany představuje nemalou částku. V řadě případů se jedná o 10 až 15 % ceny u těžkých konstrukcí, případně až 40 % ceny u lehkých a členitých. Je proto zásadní vždy uvážit vhodnost dané technologie povrchové úpravy v závislosti na typu mostu, jejímu účelu a požadované životnosti. Návrhu by měl vždy předcházet důkladný průzkum korozních a provozních podmínek v daném místě.

Poznámky k přípravě povrchu pro opravy a obnovy systémů PKO

Ing. Jaroslav Sigmund

Každý výrobek má svoji předpokládanou životnost. Životností je míněna vlastnost, která označuje, jak dlouho si výrobek udrží projektované vlastnosti (provozní schopnost, výkonnost a spolehlivost). V tomto příspěvku jako výrobek předkládám protikorozní ochranu (ve zkratce PKO) ocelových konstrukcí a obdobných výrobků (nadále objektů).

Podle normy ČSN EN ISO 12944-1, článek 3.5 je jako životnost (durabilita) uváděna očekávaná doba života ochranného nátěrového systému do jeho první větší obnovy. Je to rovněž technický a plánovací parametr, který může vlastníkově konstrukce napomoci při sestavení programu údržby. Podle článku 3.8 též normy je ochranný nátěrový systém celkový souhrn vrstev pigmentovaných nátěrových hmot nebo obdobných výrobků, které mají být nebo byly nanášeny na podklad pro zajištění ochrany proti korozi (vrstvy zinku nanášené v tavenině, povlaky zinku, hliníku a jejich slitin nanášené nástřikem roztaveného kovu).

Každá protikorozní ochrana má svoji projektovanou / předpokládanou životnost. Avšak v průběhu času neustále probíhají degradační procesy, které postupně snižují její výkonnost, spolehlivost a provozuschopnost. Na základě pravidelného sledování degradačních procesů je pak nutné stanovit požadavky na prodloužení nebo naopak ukončení životnosti objektů. Prodloužení životnosti protikorozní ochrany se uskutečňuje prostřednictvím čištění, oprav a obnov na základě pravidelných kontrol. Souhrn kontrol lze označit jako diagnostiku.

Zpracováním předpisů / specifikací pro nové a údržbové nátěry se zabývá norma ČSN EN ISO 12944-8. Ta uvádí doporučení pro navrhování specifikací prací protikorozní ochrany s popisem všeho, co je nutno mít na zřeteli, má-li být ocelová konstrukce (obecně objekt) ochráněna proti korozi. Má řadu příloh, v příloze J nabízí formulář doporučení pro provádění inspekce a zkoušení, a pro popis nalezeného stavu nátěrových systémů.

K ozřejmění diagnostiky protikorozních ochranných objektů s výhodou použijí platný předpis Ředitelství silnic a dálnic, Technické podmínky TP 42 Opravy, obnovy a přestavby ocelových nosných konstrukcí mostů, Metody a technologie k zvýšení zatížitelnosti a prodloužení životnosti. Předpis je pro zájemce k nahlédnutí na www.pjpk.cz.

Diagnostika protikorozních ochranných objektů je v Technických podmínkách TP 42 rozpracována ve článku 42.3.3.2 Korozní průzkum. Definuje:

- Korozní průzkum musí provádět osoba s kvalifikačními předpoklady podle článku 3.2.
- Zásady pro provedení korozního průzkumu jsou stanoveny v tomto předpisu a mají velmi úzkou vazbu na TKP 19C (platný předpis Ředitelství silnic a dálnic, Technické kvalitační podmínky TKP 19C, Protikorozní ochrana ocelových mostů a konstrukcí při opravách a rekonstrukcích, část C. Rovněž je k nahlédnutí na www.pjpk.cz).
- Výsledkem korozního průzkumu konstrukce by mělo být stanovení celkového stavu stávající PKO, korozního oslabení, odborný odhad zbytkové životnosti a stanovení zásad pro opravu nebo obnovu PKO.
Poznámka: Stanovení korozního oslabení a odborný odhad zbytkové životnosti objektu je předmětem statického posouzení objektu a provádí ho projektant (statik) podle čl. 3.2 Kvalifikace pro provedení diagnostického průzkumu.

Předmětem korozního průzkumu je především zjištění, zda je PKO v dobrém stavu (lze ji nadále použít, s možnou případnou opravou nebo obnovou), nebo je v takovém stádiu degradace, kdy ji již nelze použít (a musí projít úplnou obnovou). Hlavní činnosti při provádění korozního průzkumu podle TP 42:

- Zajištění dostupných podkladů o složení stávající PKO, o jejím zhotovení, kontrolách a údržbě. Pokud nelze takovou dokumentaci zajistit, získat výpovědi pamětníků, nebo provést odběr a zkoušení vzorků na objektu nebo v laboratoři (čl. 3.3.4).
- Zjištění znečištění a zasažení ploch povrchů konstrukcí (ČSN EN ISO 8502-6, 9).
- Zjištění a zaznamenání mechanických nebo jiných poškození vrstev PKO.
- Zjištění rozsahu degradace nátěrů (normy ČSN EN ISO 4628-2 až 6, případně definování jiných typů degradací vrstev PKO).
- Stanovení průměrné tloušťky vrstev PKO vhodnou metodou.
- Provedení destruktivních zkoušek ke zjištění přilnavosti k podkladu, a zároveň zjištění stavu degradace jednotlivých vrstev vizuální metodou za pomoci lupy nebo mikroskopu. Základní metodou pro provedení těchto zkoušek je odtrhová zkouška přilnavosti podle ČSN EN ISO 4624.
Pokud ji nelze provést, je možné použít křížový řez podle ČSN EN ISO 16276-2, výjimečně mřížkovou zkoušku ČSN EN ISO 2409.
- Rozdělení ploch podle typů zvláštního korozního namáhání, mikroklimatických podmínek na objektu a ovlhčení (nejčastější typy zvláštního korozního namáhání Příloha č. A. 3, také ČSN EN ISO 12944-2, Příloha B).

Na základě provedení korozního průzkumu se podle čl. 3.3.3.1 stanoví degradace nátěrů, a to jako lokální poškození, nebo jako plošně rozmístěné poškození. Z toho se pak rozhodne o typu opravy PKO. Příklad viz Tabulka 1 (shodné označení v dokumentu).

Jestliže na základě provedení korozního průzkumu podle dokumentu TP 42 bude rozhodnuto o typu opravy PKO, pak další činnosti v působnosti ŘSD již definuje dokument TKP 19C. Definuje požadavky na volbu systému, kvalitu materiálu, návrh, provádění, přejímky protikorozní ochrany ocelových konstrukcí a mostů při opravách a rekonstrukcích, a to již pro fázi zpracování zadávací dokumentace stavby. Tento dokument rovněž s výhodou použijí k ozřejmění problematiky.

Jednotlivé typy oprav PKO – opravy lokální nebo celkové, částečné obnovy a úplné obnovy stávajících OPS jsou uvedeny v tomto předpisu následovně:

- „Oprava systému“ – místní oprava nátěru při jeho poškození.
- „Částečná obnova systému PKO“ – oprava povrchu, kde došlo k porušení povlaku až k podkladu a následné zhotovení celého systému v dané oblasti s přechodem na stávající PKO; neprovádí se sjednocující vrstva nátěru na celém povrchu. Plocha porušení nepřesahuje stanovený limit (uvedeno v TP 42).

- „Celková oprava“ – zahrnuje opravu poškozených míst, kde došlo k porušení povlaku až k podkladu v rozsahu základní vrstvy a požadovaného počtu mezivrstev (dle skladby systému, obvykle 1 až 2 mezivrstvy) a následného zhotovení sjednocujícího nátěru na opravovaném a stávajícím nepoškozeném povlaku (po odstranění nesoudržných vrstev a odpovídající přípravě povrchu) v rozsahu požadované mezivrstvy (spojovací) a vrchní vrstvy dle zvolené skladby systému.
- „Úplná obnova systému PKO“ – kompletní odstranění dosavadního protikorozního povlaku až na ocel a následné zhotovení celého systému na celé ploše.
- „Opravné systémy PKO“ – jsou systémy PKO používané při částečných obnovách systému PKO, celkových opravách nebo úplných obnovách systému PKO.

Tab. 1: Plošně rozmístěné poškození OPS prorezavěním (ČSN EN ISO 4628-3) a odlupováním (ČSN EN ISO 4628-5).

Stav povrchu OK	Korozní oslabení	Stupeň prorezavění dle ČSN EN ISO 4628-3	Stupeň odlupování dle ČSN EN ISO 4628-5	Typ opravy PKO
Znečištění a degradace OPS do 0,5%	není	Ri 0 – Ri2	1{S1}b – 3{S2}b	Údržba + oprava systému
Degradace OPS od 0,5% do 3%	Pouze povrchová koroze bez korozního oslabení	Ri3 – Ri4 (S4)	3{S3}b – 4{S4}b	Do 1% degradace oprava systému jinak částečná obnova systému PKO
Degradace OPS od 3% do 10%	Povrchová koroze a lokální korozní oslabení	Ri4 (S4)	5{S3}b – 5{S5}b	Do 5% degradace je možná částečná obnova systému jinak celková oprava
Degradace OPS > 10%	Korozní oslabení	Ri5 (S5)	5{S5}b	úplná obnova systému PKO

Po rozhodnutí o typu opravy PKO je nutné rozhodnout o způsobech čištění a úpravy povrchů, úpravách povrchových nečistot a vad (hrany, svary, spáry, povrchy s důlkovou korozi apod.), o zabránění usazování vody v nevhodně konstruovaných místech, o způsobech omezení vlivu speciálního korozního namáhání, a případně dalších. Jestliže tak projektant statick rozhodne, řeší se zesílení únosnosti prvků konstrukce (objektu) nebo jejich výměna. Bude rozhodnuto o další požadované životnosti opravované PKO, navržen vhodný ochranný povlakový systém (ve zkratce OPS) a provedeno jeho ověření průkaznými zkouškami. Průkazní zkoušky jsou prováděny jednak v laboratorních podmínkách, jednak v podmínkách té konkrétní stavby (tzv. polní zkoušky), kde je prováděna oprava nebo rekonstrukce stávající OK, a sestávají z těchto dílčích částí:

- Průkazní zkoušky kompletní skladby opravného nátěrového systému (ve zkratce ONS).
- Zkoušky kompatibility stávajícího nátěru s odpovídajícími vrstvami systému ONS (obvykle spojovací nátěr a vrchní nátěr) s průkazní zkouškou podle předchozího bodu,
- Kontrolní zkoušky přilnavosti stávajícího povlaku, provedené v průběhu realizace díla.

V další části příspěvku opustím dokumenty ŘSD a budu se věnovat přípravě povrchu pro opravy a obnovy systémů PKO obecně. Při pohledu do úvodu normy **ČSN EN ISO 8504-1 Příprava ocelových podkladů před nanášením nátěrových hmot a obdobných výrobků – Metody přípravy povrchu – Část 1: Obecné zásady** se nám předkládá, že „nejdůležitějším cílem přípravy povrchu je odstranění znečišťujících látek a zajištění získání povrchu, který poskytuje dostatečnou přilnavost základních nátěrových hmot k oceli“.

Pro povrchy objektů již delší dobu provozovaných platí, že v průběhu času jsou postupně znečišťovány, často i poškozovány, a jejich protikorozní ochrana degraduje. Podle jejich stáří, vystavení korozním a jiným degradujícím a destruktivním podmínkám, a intenzitě provozu se pak setkáváme s tím, že povrchy objektů mohou být:

- a) Více nebo méně znečištěné, ale ochranné povlaky nepoškozené.
- b) Ochranné povlaky znečištěné a degradované / poškozené tak, že postačuje pouze jejich očištění a místní oprava.
- c) Ochranné povlaky znečištěné a degradované / poškozené tak, že je nutná jejich celková oprava nebo místní obnova.
- d) Degradace a poškození povrchů objektů dosáhlo takové úrovně, že musí být provedena úplná obnova ochranných povlaků.

Předpokládejme, že objekt nelze demontovat a přemístit na vhodné pracoviště (např. do lakovny), takže příprava povrchů pod ochranné povlakové systémy následovně musí být provedena na místě. K jednotlivým typům povrchů a požadavkům na jejich přípravu:

1. Čištění a omytí povrchů, kde ochranný povlak je pevný, neporušený a přilnavý. Omytí tlakovou vodou (nejlépe ohřátou na 50 až 60 °C) s přidávkou vhodného odmašťovacího prostředku (detergentu). Takto lze očistit všechny inertní nečistoty (prach, bláto), solné látky (posypové soli – CHRL – ze zimní údržby komunikací apod.) i tuky a mastnoty (oleje, kouř apod.). Pokud se po omytí odhalí nějaká poškození a degradace, postup je podle následujících bodů. Takto se očistí a umyje i veškeré plochy ostatních typů povrchů.
2. Povrchy, kde ochranný povlak je silně zkřídovatělý, rozpadající se, loupající se apod., ale poškození nedosahuje až ke kovovému podkladu. Místní poškození po omytí a očištění postačuje ručně očistit škrabkou, kartáčem a pod, nebo vhodným mechanizovaným prostředkem. Pro plošné poškození lehké otryskání suchým vhodným abrazivem (sweeping). Výhodné je použít spojení s čištěním a mytím do jedné operace otryskáním vodním paprskem, s případným přidávkem vhodného detergentu nebo i abraziva.

3. Povrchy, kde ochranný povlak je místy podkorodován, ale poškození nedosahuje úrovně, vyžadující úplnou obnovu systému. Místní poškození postačuje po omytí a očištění ručně očistit škrabkou, kartáčem apod., nebo vhodným mechanizovaným prostředkem. Pro rozsáhlejší poškození otryskání vhodným suchým abrazivem.
Výhodné je použít spojení s čištěním a mytím do jedné operace otryskáním vysokotlakým vodním paprskem, s případným přídavkem vhodného detergentu nebo i abraziva.
Poznámka: pokud byly povrchy silně znečištěny solnými látkami (CHRL apod.), je v případě výskytu silné důlkové koroze nebezpečí, že soli nebudou plně odstraněny, ale budou zůstat v korozních důlcích. V případě nešetřného tryskání suchým abrazivem mohou být do otryskaného povrchu zatlučeny (zatemovány) a mohou stimulovat novou korozi pod opravnými ochrannými povlaky. V takovém případě je vhodnější pečlivé otryskání vodním paprskem pod velmi vysokým tlakem.
4. Povrchy, kde jsou ochranné povlaky rozsáhle degradovány až k ocelovému povrchu a ten je plošně zkorodován. Zde se po omytí a očištění místní čištění škrabkou, kartáčem apod. provádí pouze výjimečně na jinak nepřístupných površích. Běžně se musí provést pečlivé otryskání buď suchým abrazivem, nebo vodním paprskem pod velmi vysokým tlakem.
V případě silného znečištění solnými látkami (CHRL apod.) je nutné pečlivé, často i opakované mytí vodním paprskem. Vhodnější je řešení podle poznámky v bodu č. 3.
5. Při práci na objektu v terénu nebo v zástavbě je vždy nutné použít přírodně bezpečné prostředky a zachytit veškeré odpady (opotřebené abrazivo, odstraněné zbytky ochranných povlaků a další). V krytých objektech pak podle dohody s jeho vlastníkem / provozovatelem.

Přípravu povrchu je nutné přizpůsobit následně použitým hmotám pro zhotovení ochranných povlakových systémů. Ve většině případů to budou nátěrové hmoty, ojediněle žárově provedené nástřiky kovů. Žárově pozinkování lze použít pouze u takových součástí, které lze demontovat a upravit v zinkovně.

Je nutné rovněž uvážit, že na rozměrných objektech mohou být současně vedle sebe různé typy ochranných povlakových systémů a v různém stupni znečištění a degradace. Pak celková specifikace OPS bude rozsáhlá a komplikovaná.

Parametry připraveného povrchu se řídí požadavky na volbu ochranných povlakových systémů. Zkouší se čistota podle ČSN EN ISO 8501-1, ČSN EN ISO 8501-2 a ČSN EN ISO 8501-5, drsnost podle ČSN EN ISO 8503-1 nebo ČSN EN ISO 8503-4. Konkrétní požadované hodnoty stanovují rozhodnutí zpracovatele specifikace s ohledem na požadavky vlastníka / provozovatele, funkce objektu, a také výsledky průkazných zkoušek. Obvykle požadovaná čistota je definována jako Sa 2½, PSa 3 nebo Wa 2½. U drsnosti je to složitější, příspěvek rozvinu k požadavku druhému, tedy k získání povrchu, který poskytne dostatečnou přilnavost nanášených povlaků. Jedním z parametrů přípravy povrchu je definovaný tvar povrchu, který se také nazývá jako „kotvící profil“, a hodnotí se obvykle drsností. Do výkladu ke kotvícímu profilu:

- zahrnu nejenom základní nátěry na ocelové povrchy, ale rozšířím ho i na podkladové nátěry na povrchy žárově pozinkované, robustní speciální tlustovrstvé nátěry a povlaky, opatřování kovových povrchů pryžovými nebo plastovými povlaky,
- vytypují požadavky jak na obnovené výrobky (součásti, které lze demontovat a převézt do zinkovny, lakovny, metalizovny), tak na povrchy údržby a obnovy OPS.

Několik příkladů drsností podkladu (kotvícího profilu), jak stanovují požadavky:

- a. Technický údajový list barvy základní rychleschnoucí na bázi alkydové pryskyřice
Nová ocel: očištění, odmaštění, popřípadě otryskání na čistotu Sa 2½.
=> není definován požadavek na drsnost povrchu, je přípustný i hladký povrch.
Oprava OPS – opravy nenáročných objektů nebo objektů v podmínkách nízké korozní agresivity (v budovách, pod přístřešky, s nízkými požadavky na životnost apod.).
- b. Technický údajový list barvy epoxyesterové základní zinkofosfátové, pro lehčí korozní podmínky
Nová ocel: Abrazivní otryskání minimálně na Sa 2½.
Hladké kovové povrchy: Pečlivé očištění a odmaštění.
=> není definován požadavek na drsnost povrchu, je přípustný i hladký povrch.
Oprava OPS – náročnější opravy jako pod bodem a.
- c. Technický údajový list barvy epoxydové základní zinkofosfátové, i pro těžká korozní prostředí
Nová ocel: Abrazivní otryskání na stupeň Sa 2½.
Lehké slitiny: důkladné odmaštění a jemné abrazivní ometení – povrchový profil podle podmínek vystavení.
Nekorodující ocel: abrazivní otryskání na ostrý profil ISO komparátor střední (G) nebo Rugotest № 3 BN9.
=> Požadavek na drsnost není definován pro novou ocel, lze připustit i hladké, broušené nebo jinak opracované povrchy.
Pro lehké slitiny bude drsnost přizpůsobena konkrétním podmínkám projektu. Pro nekorodující ocel je drsnost striktně stanovena.
Oprava OPS – opravy pro náročné až velmi náročné podmínky, za předpokladu ověření účinnosti a kompatibility řádnými průkaznými zkouškami. Zejména jsou vhodné vysokosušinové nátěrové hmoty mastixového typu (tzv. tolerantní k přípravě podkladu). Lze použít i pro povrchy pozinkované.
- d. Technický údajový list barvy epoxydové základní s vysokým obsahem zinku
Nová ocel: otryskání ostrohranným abrazivem na profil ISO komparátor střední (G) nebo Rugotest № 3 BN9.
=> Požadavek na drsnost je stanoven striktně.
Oprava OPS – opravy barvami s vysokým obsahem zinku se nedoporučují.
- e. Technický údajový list barvy základní etylsilikátové zinkové
Nová ocel pro umístění v prostředí atmosférickém: otryskání ostrohranným abrazivem na čistotu Sa 2½ a profil ISO komparátor střední (G) nebo Rugotest № 3 BN10.
Nová ocel pro umístění v ponoru: otryskání ostrohranným abrazivem na čistotu Sa 3 a profil ISO komparátor střední (G) nebo Rugotest № 3 BN10.
=> Požadavek na drsnost je stanoven striktně, a přísnější, než pro barvu epoxydovou s vysokým obsahem zinku. Požadavek na čistotu povrchu pro umístění v ponoru je přísnější než pro vystavení v prostředí atmosférickém.
Oprava OPS – opravy barvami etylsilikátovými zinkovými se nedoporučují.

- f. Technický údajový list pro bezropouštědlový tlustovrstvý epoxydový nátěr odolný vodě povrchové i mořské, ropě a oděru
Nová ocel: Abrazivní otryskání ocelovou drtí minimálně na Sa 2½, profil Rz 100 až 150 µm, ISO komparátor hrubý (G).
=> Požadavek na drsnost vysoce náročný, nastavený striktně.

Oprava OPS – opravy takových nátěrových systémů jsou náročné, jsou však možné.

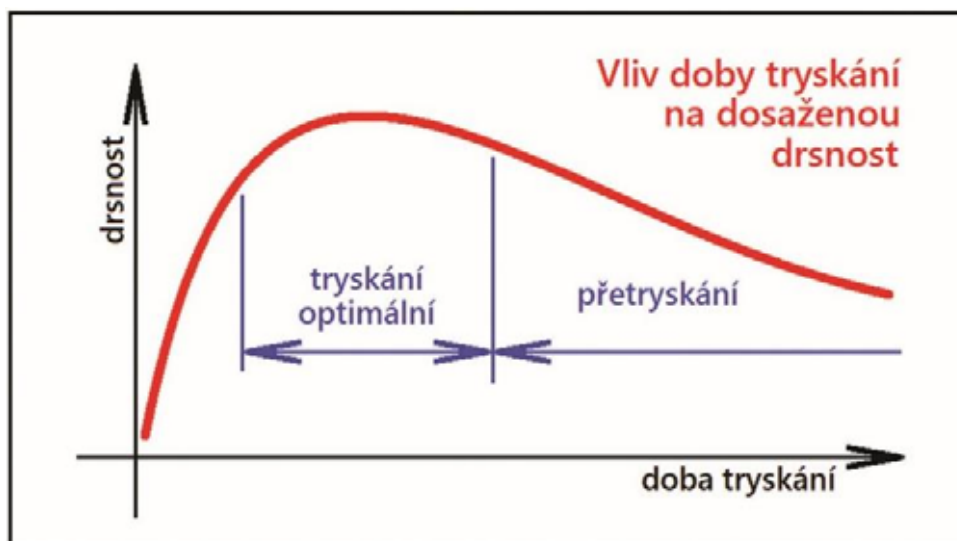
Podobné požadavky mohou být stanovovány i pro ocelové podklady, na které budou nanášeny žárové nástříky kovů, keramických materiálů a tvrdokovů, kompozitní povlaky, stěrkové hmoty (např. průběžné stěrkové lože železničních mostů), které budou opatřovány povlaky plastů nebo pryží apod.

Z uvedeného výčtu vyplývá, že kotvící profil není jednoznačná a neměnná veličina, ale je to parametr přípravy povrchu, který je předmětem rozhodnutí zpracovatele projektu / specifikace díla podle podmínek výroby, životnosti a funkce výrobku / objektu. Obvykle je definován technickým dokumentem výrobce povlakové hmoty nebo technickými podmínkami objednatele díla, může být však stanoven i na základě jiných požadavků (např. výsledků průkazních zkoušek).

Při procesu otryskávání se ocelový povrch nejen zdrsňuje, ale i vytvrzuje (jak je známo všem, kteří vědí o technologii zpevňování povrchu kuličkováním). Na takto vytvrzeném povrchu se opakovaným otryskáváním stále hůře vytvářejí příslušné tvary drsnosti, naopak ty dřívější jsou postupně rozrušovány. Proto opakovaným přetryskáváním ocelového povrchu jeho drsnost postupně klesá. Pro ty, kteří se domnívají, že opakovaným tryskáním mohou kvalitu povrchu zlepšovat, je to výstraha – čistota povrchu se obnovit může, drsnost však již nemusí – z toho plyne riziko snížení kotvícího profilu.

Na obrázku č. 1 ukazují závislost vytvářené drsnosti povrchu např. konstrukční oceli na době, po kterou je takový povrch otryskáván. Je vidět, že časový interval pro dosažení optimální drsnosti povrchu je poměrně omezený, a neměl by být překračován. Je závislý na druhu otryskávacího prostředku, typu a parametrech provozu tryskacího zařízení, a na vlastnostech otryskávaného materiálu. Tabelaované údaje nejsou k dispozici, každý provozovatel technologie tryskání si musí svoje podmínky ověřit.

Poznámka: Z rozboru požadavků technických údajových listů plyne, že jako kotvící profil je přípustný i hladký povrch. Stejně tak i přebroušený povrch (např. opravy povrchových vad a nečistot broušením, vybrušování povrchů se silnou důlkovou korozí). Logicky lze dovodit, že jako přípustný kotvící profil lze považovat jakýkoliv mechanicky obroběný povrch (broušený, frézovaný, soustružený, hoblovaný apod.), pokud pracovní nástroje a nastavené parametry opracování poskytnou tvar povrchu, který vyhoví vlastnostem povlakované hmoty. Uvědomění si této skutečnosti může přinést vysoké úspory pracnosti, času i nákladů zejména ve strojírenských provozech.



Obr. 1: Vliv doby tryskání na dosaženou drsnost povrchu

Seznam literatury:

- [1] Dokumenty Ředitelství silnic a dálnic – Technické podmínky TP 42, Technické kvalitativní podmínky TKP 19C a TKP 19B.
- [2] České technické normy – ČSN EN ISO 12944-1, ČSN EN ISO 12944-2, ČSN EN ISO 12944-8, ČSN EN ISO 8502-6, ČSN EN ISO 8502-9, ČSN EN ISO 4628-2 až 6, ČSN EN ISO 4624, ČSN EN ISO 16276-2, ČSN EN ISO 2409, ČSN EN ISO 8504-1, ČSN EN ISO 8501-1, ČSN EN ISO 8501-2, ČSN EN ISO 8501-5, ČSN EN ISO 8503-1, ČSN EN ISO 8503-4.

Čistota na definovanou hodnotu? S firmou Summa!

Ing. Vojtěch Havlas – SUMMA spol. s r.o.

Automatizace, úspora času, nákladů, zefektivnění výroby. To jsou témata, která v dnešní době rezonují napříč celým průmyslem. V oblasti výzkumu a vývoje čistících a odmašťovacích strojů to zvládá na výbornou firma Summa, která patří ke špičce ve svém oboru.



Pokud vezmete za kliku ve firmě Summa, čekají vás samá příjemná překvapení. Vstřícný přístup, řešení potřeb zákazníka, ale i maximálně technologicky pokrokové řešení konkrétních potřeb a situace. To jsou základy, na kterých tato společnost úspěšně staví už 30 let.

Není náhodou, že na řešení ze Summy spoléhají zákazníci, jako například Bosch, Škoda Auto, Valeo, Pratt & Whitney, atd. Svými stroji je totiž tato zdánlivě nenápadná společnost schopna pokrýt široké pole působnosti, od automobilového, přes letecký, až po zdravotnický průmysl. V každém odvětví se přitom vyžaduje jiná úroveň čistoty.

Vyrábět s přesností na tisíce milimetrů už je dnes samozřejmost. Přesnosti výroby ale musí odpovídat také čistota dílů.

Od jednokomorových, přes průběžné, tunelové, až po stroje s více technologickými kroky, jako je například ultrazvuk nebo vakuum, to vše zvládá Summa vytvořit přímo na míru vašim potřebám.

„Pokud jde o řešení v duchu průmyslu 4.0, vždy je tvoříme na míru zákazníkovi. Při řešení vycházíme ze stroje, který byl úspěšně aplikován a který již známe, ale pak je potřeba do něj přinést i individuální vlastnosti, které vyžaduje konkrétní situace u konkrétního zákazníka. Každý náš stroj je tak v tomto směru jedinečný. Tak, jako se posouvají nároky na čistotu, posouvají se i stroje firmy Summa.“

Společnost Summa je, díky svému individuálnímu přístupu ke každému zákazníkovi, schopna uspokojit nároky a požadavky téměř každého. Automatizace a průmysl 4.0 už dávno nejsou tématem jen pro velké výrobní závody, ale přistupují k nim i menší až střední firmy. Pokud tedy zvažujete zavedení nebo vylepšení těchto technologií i u vás, ve firmě Summa najdete schopného a spolehlivého partnera. Pokud máte požadavky na kvalitní čištění, přijďte se za námi podívat na letošní MSV v Brně do pavilonu E.



Jak ušetřit náklady na obráběcí a tvářecí nástroje

Ing. Zdeněk Hazdra – ČVUT v Praze, FS, Ústav strojírenské technologie

Klíčová slova: Mazání, nanotechnologie, tribologie, tribotechnika, tření, opotřebení.



V současných mazivech, včetně řezných kapalin jsou nejčastějším aditivem submikronové vícevrstvé anorganické nanočástice IF-WS₂. Tento typ nanočástic objevil v roce 1992 izraelský profesor Reshef Tenne z Weizmann Institute of Science.

Obr. 1: prof. Reshef Tenne ve své laboratoři. [1]

Objev částic typů fullerenů IF-WS₂ otevřel nové možnosti pro výrobu extrémně výkonných typů průmyslových maziv, a to i za extrémních tlaků a obecně pro snížení pasivních odporů v řadě aplikací. Tento typ maziv se vyznačuje vysokou odolností proti opotřebení.

Fullereny, také nazývané buckyballs, byly pojmenovány podle významného architekta R. Buckminster Fullera, který se proslavil stavbou geodetické stanice (kopule) připomínající tvar fullerenu. [1, 2]



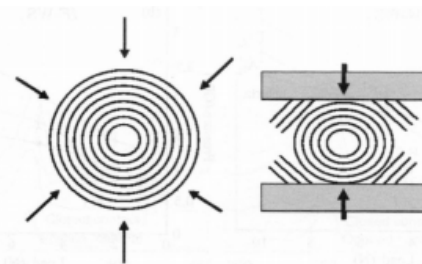
Obr. 2: Geodetická kopule ve tvaru fullerenu. [2]



Submikronové částice fullerenů IF-WS₂ jsou vícevrstvé částice, skládají se z 20-100 soustředných vrstev, které jsou velmi odolné vůči teplotám a vysokým tlakům. Průměr primární částice je 120-280 nm. Vnější vrstvy se pod extrémním tlakem, nebo smykovým namáháním sloupnou, spojí se s pracovními plochami, vyplní prohlubně vzniklé opotřebením a vytvoří nepřerušovaný tenký ochranný a kluzný povlak na povrchu funkčních dvojic, který vyplňuje a uzavírá nerovnosti povrchu.

Obr. 3: Zobrazení částic IF-WS₂ na elektronovém mikroskopu

Částice IF-WS₂ díky svému kulovitému tvaru a dutému jádru, zajišťují extrémní statické a dynamické zatížení. Brání zadírání a erozi styčných funkčních ploch.



Obr. 4: Schéma působení fullerennových částic při přenosu extrémních tlaků.

V řadě laboratorních testů a praktických aplikací byly úspěšně ověřeny vlastnosti těchto aditiv IF-WS₂. Mimo energetické úspory snížením pasivních odporů při tření bylo ověřeno prodloužení životnosti nástrojů použitím těchto aditiv jak v mazacích olejích, tak i v řezných kapalinách při obrábění a tváření kovů. [3]

Autoři článku zodpoví případným zájemcům jejich dotazy a poskytnou vzorky aditiv pro odzkoušení na jejich pracovištích

Použité zdroje a literatura

- [1] SCHOMMERS, Joachim, Harald SCHEIB, Martin HARTWEG a Arndt BOSLER. Minimising Friction in Combustion Engines. MTZ worldwide [online]. 26 June 2013, 74(7-8), 28-35 [cit. 2019-06-17]. ISSN 2192-9114. Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.1007/s38313-013-0072-x>
- [2] ŠTÁVA, PAVLOK B. Mazací technika. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2006. ISBN 80-248-1000-X.
- [3] ALLMAIER, H., C. PRIESTNER, D.E. SANDER a F.M. REICH; Friction in Automotive Engines. Tribology in Engineering. InTech, 2013., DOI: 10.5772/51568. ISBN 978-953-51-1126-9. Dostupné také z: <http://www.intechopen.com/books/tribology-in-engineering/friction-in-automotive-engines>

Efektivnější a udržitelnější dokončovací operace omíláním



Společnost Ottobock v německém Duderstadtu, výrobce nejrůznějších ortopedických pomůcek, nedávno uvedla do provozu dvě nová omílací zařízení od společnosti Rösler. Zařízení jsou využívána v továrně v bulharském Blagoevgradu, která byla otevřena v roce 2021. Při plánování a výstavbě svého desátého a největšího výrobního závodu věnovala tato globální zdravotně-technologická společnost zvláštní pozornost efektivnímu a udržitelnému provozu. Z tohoto důvodu se využívá speciálně vyvinutý proces Keramo-Finish, energeticky účinná sušička a odstředivka pro čištění a recyklaci procesní vody.

Nově organizovaná výroba komponentů s optimalizovanými procesy

Pro výrobu svých produktů využívá společnost různé výrobní technologie. V této souvislosti hrají důležitou roli hromadné dokončovací operace omíláním: Na jedné straně musí zajistit, aby výrobky splňovaly všechny funkční požadavky, například aby byly bez otřepů. Na druhé straně musí operace hromadného dokončování vytvářet opticky příjemnou povrchovou úpravu. To zahrnuje také vytvoření vysoce homogenní struktury povrchu na součástech, které jsou vyrobeny především z hliníku a ušlechtilé oceli. Některé výrobky dokonce vyžadují leštění do vysokého lesku. Společnost Ottobock již mnoho let používá zařízení a spotřební materiál dodávané společností Rösler.

Společnost hledala nová řešení pro hromadné dokončovací operace omíláním, aby mohla vyrábět své komponenty optimalizovaným způsobem.

Operace Keramo-Finish nahrazuje proces využívající kyselé compoundy

Kromě jiných opatření byl proces leštění na bázi kyseliny nahrazen na míru šitou operací Keramo-Finish. Ten zahrnuje použití porcelánových leštících tělísek v kombinaci se speciální pastou a zjasňovacím compoundem. Nový proces bez obsahu kyselin umožňuje úplnou recyklaci procesní vody. To vedlo nejen k výraznému snížení spotřeby vody a compoundu, ale také ke značnému snížení nákladů.

Leštění probíhá v novém, vysoce výkonném kruhovém vibrátoru, model R 780 EC. Speciální tvar pracovní nádoby vytváří jemné, homogenní proudění směsi tělísek a obrobku. Díky tomu jsou obrobky rychle vyleštěny a odseparovány efektivním a šetrným způsobem.

Stejných provozních výhod dosahuje i druhý nový kruhový vibrátor, model R 420 EC. Společně se speciálně vybranými médii a směsmi používá Ottobock tento stroj pro široké spektrum aplikací od odstraňování otřepů a zaoblení hran až po vyhlazování povrchů.

Pro ekologické čištění a recyklaci procesní vody jsou oba stroje pro hromadné dokončovací operace omíláním připojeny k poloautomatickému odstředivému čisticímu systému Rösler, model Z 800.

Energeticky úsporný provoz sušení



model R 420 EC, pro široké spektrum aplikací od odstraňování otřepů a zaoblování hran až po vyhlazování povrchů.

Pro sušení hotových obrobků si společnost Ottobock vybrala nejnovější verzi kruhové sušárny RT 550 Euro-DH, kterou rovněž dodala společnost Rösler. Tato patentovaná sušička s přímým ohřevem je vybavena inovativním systémem ohřevu tepelným blokem, který je namontován přímo na pracovní nádobě kruhové sušičky. Tím je zajištěn vysoce účinný přenos tepla s minimálními tepelnými ztrátami. Sušička tak zaručuje nejen rychlé, spolehlivé sušení bez skvrn, ale umožňuje také výraznou úsporu energie, která může ve srovnání s běžnými sušicími systémy činit až 40 %. Rotační sušička Euro-DH proto hraje klíčovou roli v efektivnějším hospodaření s energií v rámci nedávno zavedené normy DIN EN ISO 50001. Nová sušička rovněž pomáhá snižovat emise CO₂, a představuje tak významný příspěvek k dosažení požadovaných cílů v oblasti životního prostředí a klimatu.



Obr. 2: Kruhová sušička RT 550 Euro-DH zaručuje nejen rychlé, spolehlivé sušení dílů beze skvrn, ale umožňuje také výraznou úsporu energie, která může ve srovnání s běžnými sušicími systémy dosáhnout až 40 %.



Obr. 3: Pro ekologické čištění a recyklaci procesní vody jsou stroje pro hromadnou úpravu omíláním napojeny na poloautomatickou čističku procesní vody Rösler Z 800.

EcoCcompact – kompaktní systém plug and play pro efektivní čištění pomocí rozpouštědel

Ecoclean GmbH

Investice do budoucna díky vysoké flexibilitě

Rostoucí nároky na kvalitu součástek a efektivitu využívání zdrojů, stejně jako rostoucí rozmanitost výrobků, vyžadují flexibilnější a udržitelnější řešení v oblasti čištění dílů. Společnost Ecoclean představuje na MSV v Brně (PAV E, stánek 033) kompaktní čistící systém typu plug and play pro čištění rozpouštědly orientované na budoucnost. Přispívá k tomu vysoký čistící výkon a nízká spotřeba energie, stejně jako zařízení zaměřené na aplikaci.

Čištění součástek je dnes důležitým krokem ve všech průmyslových odvětvích. Z tohoto důvodu je nezbytné nejen reprodukovatelně splnit specifikace zvyšující se čistoty částic a odmaštění, ale také minimalizovat jednotkové náklady na čištění a spotřebu zdrojů. Těmto různorodým požadavkům bylo přizpůsobeno nákladově efektivní zařízení EcoCcompact, které společnost Ecoclean představí na letošním MSV v Brně. Požadavky jsou zajištěny detaily zařízení, jako je např. velká kapacita dávky, účinná mycí mechanika a příprava média, energeticky optimalizovaná systémová technologie s účinnou rekuperací tepla a různé další opce. Navíc kompaktní systém čištění rozpouštědly plug-and-play, který vyžaduje plochu pouhých 3 200 x 1 600 x 2 450 mm (d x š x v) a pracuje v plném vakuu, umožňuje snadno přepínat mezi uhlovodíky a modifikovanými alkoholy (polopolární rozpouštědla).

EcoCcompact může být standardně vybaven dvěma nebo třemi plně integrovanými zaplavovacími nádržemi, z nichž každá je vybavena filtračním systémem v přívodním a zpětném potrubí v podobě sáčkových nebo vysoce výkonných filtrů a obtokové filtrace. Systém lze proto použít od předčištění přes průběžné až po konečné čistící úkony a konzervaci a v krátkých cyklech dosahuje požadovaných výsledků. K tomu přispívají i standardně integrované procesní technologie, jako je odmašťování v páře, ultrazvuk a vstříkovací zaplavovací mytí. Tyto technologie vytváří vysoký mechanický čistící účinek, který lze dále zvýšit volitelně integrovatelným, frekvenčně řízeným rotačním pohonem pro otáčení a polohování čistěných dílů specifickým způsobem. Pro obrobky se složitou geometrií vnitřních součástí může být systém čištění rozpouštědlem navíc vybaven systémem „Ultrasonic Plus“. Na rozdíl od běžného ultrazvukového čištění, které probíhá při konstantním tlaku v systému pracovní komory, se u Ultrasonic Plus tlak mění v závislosti na geometrii součásti a znečištění. Výsledkem je, že se čistící účinek projeví i v oblastech, kam se klasické ultrazvukové čištění nedostane.



Po ukončení MSV bude EcoCcompact k dispozici v českém testovacím centru společnosti Ecoclean v Oslavanech pro bezplatné zkoušky čištění, včetně návrhu a optimalizace čistících procesů podle konkrétních potřeb, určení optimální technologie systému a nevhodnějšího rozpouštědla.

Čištění povrchů energetických zdrojů tepla a chladu

doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc. – ČVUT v Praze, FS, Ústav strojírenské technologie

Řada odborných článků a seminářů již více jak dvě poslední dekády upozorňovaly na možnosti a potřeby čistit vnitřní povrchy materiálů zdrojů tepla, chladičů, tepelných výměníků otopných systémů, až po radiátory či podtlakové vytápění.

Čištění prokázalo vždy možnost značných úspor energií. Při tloušťce úsad a korozních produktů o 1 mm je prokázána ztráta 15 % tepelného nebo chladicího výkonu.

To tvrdí optimisté. Pesimisté, že tomu tak není, neboť teplo resp. tepelná energie se nemůže ztratit ani zmařit.

Nechme na hlavě a nepřesvědčujme se. Přesvědčí nás všechny brzy účty za cenu vytápění, chlazení, případně dalších služeb především výroba elektrické energie či další výrobní technologie a jejich spotřeba tepla.

Nové bezpečné čisticí prostředky a provedení, resp. vyčištění kvalifikovanou firmou, přináší návratnost vložených prostředků obvykle za jednu topnou sezónu.



Ukázka vyčištění vnitřních povrchů teplosměnných ploch ...

Nezapomínejme, že ta ušetřená energie je ta nejlevnější!

My čistíme – Vy ušetříte

Topologická rovnováha

Ing. Josef Ježek – JEVAN, Ledec nad Sázavou

První, a zřejmě nejdůležitější poznatek z podoboru matematiky který nazýváme „**TOPOLOGIÍ**“, je **rovnováha počtu geometrických kvalit** (fenoménů) při popisu „světelné“ situace. Povšiml si jí a zapsal geniální matematik osmnáctého století Leonhard **EULER** na obrazech těles zvaných **MNOHOSTĚNY**. Tato tělesa jsou ohraničena **konečným počtem částí roviny** zvaných **POLYGONY**, které bezzbytku uzavírají homogenní trojrozměrný prostor. Polygon je ohraničen **konečným počtem částí přímosti** zvaných **ÚSEČKY**, které bezzbytku uzavírají homogenní dvourozměrný prostor. Aby došlo k uzavření prostoru a tím vzniku **POLYEDRU** (mnohostěnu) je nezbytné, aby vždy jeden pár úseček od dvou různých sousedících polygonů (**STĚN**) splynul v jedinou **HRANU**, a minimálně tři různé hrany vždy vycházely a končily v jediném bodu zvaném **VRCHOL**, v němž se nacházejí koncové body tří a více hran.

Z výše napsané definice těchto zvláštních geometrických objektů vyvěrá, že hlavními spojovacími instrumenty jejich vzniku jsou počty. Posvícením si na ně můžeme zhlédnout **tři ze čtyř** základních geometrických **kvalit**, čtvrtou můžeme intuitivně vnímat. První tři představují **HRANICE** vždy o jeden řád (rozměr) vyšších prostorů. Bezrozměrné prostory (geometrické **BODY** zvané Vrcholy) ohraničují jednorozměrné prostory (geometrické **ČÁRY** zvané Hrany). Hrany (jednorozměrné prostory – čáry) ohraničují dvourozměrné geometrické prostory (**PLOCHY** zvané Stěny). Trojrozměrný geometrický **PROSTOR** nemůžeme „nasvítit“, tudíž ani vidět, ale můžeme si myslet a mít pocit, že za hranicemi, kterými je **PLÁŠT** mnohostěnu tvořený více spojenými plochami, se možná kus hledaného Euklidovského (nezakřiveného) prostoru **E3** skrývá.

Tři ze čtyř vyjmenovaných geometrických kvalit popisujících kteroukoliv obrazovou situaci (i polyedrů), jsou **Vrcholy – Body** (značme **V**), **Hrany – Čáry** (značme **H**) a **Stěny – Plochy** (značme **S**). **Rovnováha** (rovnice), co do jejich počtu na každém polyedru splňujících podmínky těchto objektů, je zde:

$$S + V = H + 2$$

Co se týče kvality **konstanty 2** na pravé straně rovnice není nezbytné pitvat. Je to prostě číslo, stejně jako i ostatní symboly v rovnici jsou pouze čísla. To, že počty vrcholů, hran a stěn **v součtu** dávají právě **hodnotu dvě**, může vyplývat z dvojité funkce hrany, která spojuje vždy dva vrcholy, přičemž také odděluje dvě stěny.

$$S - H + V = 2$$

Provázanost geometrických kvalit v Eulerově vztahu je zcela evidentní, i když není řečená ani napsaná. Je to proto, že se nacházíme v topologii, kde **hlavním zákonem je dvoupólová logika**, nikoliv vzdálenost, délka nebo tvar čáry, plošnost nebo tvar plochy. Dva body buď spolu mají vztah (vazbu – spojenci), nebo nemají. Jiná možnost není. Kdybychom to připustili, potom bychom nemohli počítat počty jevů kvalitativně naprosto neslučitelných, a tedy aritmeticky nesčitatelných. Jak chcete sečíst počet bodů s počtem ploch? To je prostě absurdní! Přesto, tajemství může být skryto v oné „dvojce“, číselné Evě.

Co kdybychom **do Eulerovy rovnice** přece jen vpašovali rozměr, respektive **rozměrnost**, příslušnou konstantám konkrétních mnohostěnu. Třeba bychom se o nich mohli něco dozvědět ze světa **Algebry**. Zvolme za parametr rozměrnosti symbol (**x**). **Stěna** (plocha) pak nechť má rozměrnost kvadrátu parametru (**x²**). Spojnice vrcholů (**Hrana – čára**) rozměrnost linearity (**x¹**) a **Vrchol** (Bod) rozměrnost nulovou, bezrozměrnost (**x⁰ = 1**). Dvojka (konstanta) má nulovou geometrickou rozměrnost, je prostě **konstantou pro všechny polyedry** na Světě. Potom píšme obecnou **podobu přepsané topologické rovnice na rovnici algebraickou** s nulovou pravou stranou:

$$S \cdot x^2 - H \cdot x + C = 0 \quad \text{kde } C = V - 2$$

Ano, vidíte to správně, dostali jsme **úplnou** (standardní) **algebraickou kvadratickou rovnici s neznámou „x“**. Kvadratická rovnice tohoto typu má **dva různé reálné kořeny** nebo **jeden dvojnásobný**. Při jejich výpočtu se užívá úplný obecný vztah:

$$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$\text{a po dosazení } -b = H \text{ do rovnice: } x_{1,2} = (H \pm \sqrt{H^2 - 4SC}) / 2S$$

Při pohledu na doplněnou rovnici specifickými koeficienty **S; H; C(V)** je patrné, že oba kořeny budou kladné a racionální. Nyní už jen stačí do rovnice dosadit hodnoty konkrétního polyedru. Například prvního z nich, **Čtyřstěnu: 4; 6; 2(4)**.

$$x_{1,2} = (6 \pm \sqrt{6^2 - 4 \cdot 4 \cdot 2}) / 2 \cdot 4 = (6 \pm \sqrt{36 - 32}) / 8 = (6 \pm 2) / 8;$$

$$x_1 = 1; x_2 = \frac{1}{2};$$

A takto můžeme pokračovat dále. Například pro kvádr nebo krychli (**6;12;6(8)**) je řešením jeden dvojnásobný kořen hodnoty **x_{1,2} = 1**. Pro dvoj-pyramidu nebo dvacet stěn hodnoty shodné se čtyřstěnem (**x₁ = 1; x₂ = 1/2**); Pro Pětúhelníkový dvanáctistěn jsou řešením rovnice hodnoty: **x₁ = 1; x₂ = 3/2**; Pro Čtyřúhelníkový dvanáctistěn je řešením rovnice dvojnásobný kořen **x_{1,2} = 1**.

Jak chápat výsledky řešení kvadratických rovnic? Začneme analýzou samotné kvadratické rovnice. **Grafem** obecné kvadratické rovnice je **parabola** v systému souřadných os (**x-y**), kdy nezávisle proměnná (**x**) má konkrétní definiční obor a závisle proměnná (**y**) pro něj dává hodnoty funkce. **Pro hodnotu f(x) = y = 0**, což je náš případ, **hledáme na ose** nezávisle proměnné (**x**) **lokality**, ve kterých tuto osu graf protnul. U parabolické funkce jsou to dva body (kořeny **x₁** a **x₂**). Pokud je řešením rovnice pouze jediný kořen zvaný „dvojnásobný“, znamená to, že graf funkce se osy „x“ v tomto bodě dotkl. Jsou-li řešením dva různé kořeny, pak graf dvakrát v těchto bodech protnul osu „x“. Právě při **f(x) = 0** platí, že **nastala rovnováha** počtu tří konstant (**S; H; V**) tvořících dle Eulera konkrétní polyedr.

Za nezávisle proměnnou (x) jsme volili veličinu jednorozměrnou, **úsečku**. Pro hodnotu $x = 1$ platí: $S \cdot 1^2 - H \cdot 1 + V = 2$, což potvrzuje původní tvar: $S+V=H+2$. **Jeden** z kořenů proto vždy **představuje** lineární člen, **jednotkovou délku**. Druhý kořen musí představovat také délku, ale jakou nebo délku čeho. **Kvadratický člen** (Stěna) polyedru může mít různý tvar. A tady se naskytá otázka, jestli se do Eulerova vztahu nevloudil **tvar stěny**. Minimální polygon, který se může podílet na uzavření prostoru je trojúhelník. Dále čtyřúhelník, pětiúhelník a někdy také šestiúhelník. Existují polyedry sestavené výhradně z trojúhelníků, čtyřúhelníků, pětiúhelníků, a také z šestiúhelníků v kombinaci s menšími polygony. Není tu vůbec myšlena jakákoliv pravidelnost polygonů, ale jen taková skutečnost, že jsou ohraničeny určitým počtem stran (úseček).

Z geometrie si pamatujeme, že **výpočet plochy** polygonů je založen na součinu dvou délek, z nichž jednu volíme **za základní (jednotkovou, základovou)** a druhou **za výškovou** (výšku). **Aritmetický součin** dvou čísel vždy představuje **kolmost těchto veličin**. A tak **Součinem** dvou délek dostáváme plochu ($S=x_1 \cdot x_2$). Ale v tomto okamžiku se můžeme ptát, jaká je plocha trojúhelníku, čtyřúhelníku a podobně. U trojúhelníku je to polovina z numerického součinu dvou délek. U čtyřúhelníku potom celistvý numerický součin základny a výšky. Jestliže se ale vrátíme k polyedrum, pak můžeme pozorovat podivuhodnou shodu tvaru stěn se součinem kořenů jejich příslušných kvadratických rovnic. Takže mnohostěny ohraničené výhradně trojúhelníkovými stěnami představují hodnotu součinu svých kořenů ($\frac{1}{2}$). Mnohostěny ohraničené stěnami výhradně čtyřúhelníkovými mají hodnotu součinu svých kořenů **jednotkovou**.

Zajímavý je pohled na **pětiúhelníkový dvanáctistěn**. U něj součin kořenů představuje **hodnotu tři polovin**. Z tohoto tvaru mnohostěny se odvinul jiný, který má dvaatřicet stěn, z nichž je **dvanáct** stěn pětiúhelníkových a **dvacet** stěn šestiúhelníkových. Každý fotbalista jej zná, protože nese název „footballen“. U něj nacházíme pro kvadratickou rovnici dva kořeny: $x_1 = 1$ a $x_2 = 1,8125$.

Kdyby existoval polyedr tvořený výhradně šestiúhelníky (jemuž se nejvíc podobá výše zmíněný footballen), pak bychom poznali limitu „**Koeficientu Stěny**“ vzniklé ze součinu kořenů jeho kvadratické rovnice. I když šestiúhelníky samy o sobě nedokáží uzavřít **E3**, přesto se využívají v mnoha oborech. Včely to vědí a používají už milióny let při stavbě medových plástů. I příroda nadělila mnoha hmyzu oči sestavené z šestiúhelníkové síťoviny čoček. Ba dokonce astrofyzikové cosi okoukali, a zrcadla vesmírných dalekohledů sestavují z šestiúhelníkových panelů. Ono udělat skleněnou čočku s průměrem šest metrů trvá dobrých pět let, a nesmí přitom vypadnou proud pro pomalé chladicí zařízení, jinak by čočka praskla. Už i do vesmíru byl odeslán dalekohled sestavený ze šestiúhelníkových zrcadel, takže s tímto polygonem stále počítáme v pozemské vědě.

Pokud dovolíte malou nepřesnost ve výpočtu, představme si „hypoteticky mnohostěn“ se šedesáti stěnami ($S=60$) výhradně šestiúhelníkového tvaru. Jeho **sumární číslo** by bylo $\Sigma=60 \times 6 = 360$. Polovina z toho by byl počet hran $H=180$ a trojmocných vrcholů by bylo: $V=120$. Potom $S+V=60+120=180=H$. Dvojku na pravé straně jsme **jako malou konstantu** (vzhledem k počtu hran) vypustili a po dosažení do kvadratické rovnice jsme dostali dva kořeny: $x_1 = 1$ a $x_2 = 2$

„**Stěnový Koeficient**“ (**SK**, nazvěme jej **Světelnou průchodností** nebo okenní otevřeností polyedru) se pohybuje v rozmezí hodnot: $\frac{1}{2} \leq SK < 2$. **Vzniká součinem kořenů kvadratické rovnice polyedru**. Představme si, že sedíme **uprostřed** (uvnitř, třeba v těžišti) **tělesa tvaru polyedru** a skrze jeho stěny (okna) pozorujeme vnější prostředí. Je-li toto těleso ohraničeno okny trojúhelníkového tvaru, pak vidíme spoustu okenních rámu (hran), které čistý výhled ruší. Takovým tělesem je například pravidelný dvacetistěn. Ten má dvacet „**trojúhelníkových oken**“ a dvanáct pětímocných vrcholů. A právě v místech uzlových bodů (vrcholů) může docházet ke zkreslení výhledu. Jeho **SK je $\frac{1}{2}$** . Protějškem a opakem s pětiúhelníkovými okny je uzavřený dvanáctistěn, mající trojmocné vrcholy a $SK=3/2$. Není proto náhoda, že si jej staří myslitelé vybrali jako tvar námi pozorovaného vesmíru, viz. Platonova tělesa.

Mnohostěny představují kouzelnou hru přirozených čísel a stále nás něčím překvapují. Téměř každého vědce minulosti zaujaly a on jim potom věnoval svůj drahocenný čas. Denně se s nimi potkáváme a žasneme, jak jsou inspirativní. Jeden z kořenů kvadratické rovnice je vždy jednotkový a potvrzuje jejich jedinečnost. Druhý kořen, rovný nebo větší než dvě, ukazuje na polyedr, který není z tohoto světa. Jejich genese (vývoj) věrně kopíruje biblický příběh lidí. V nedávné době byl daleko v kosmu (1,5 milionu km od Země) za účasti **NASA, ESA a CSA**, zprovozněn nový a výkonný dalekohled, který plně nahrazuje původní **Hubbleův**. Tento teleskop, nazvaný po **Jamesovi Webbovi**, posílá na Zemi ostřejší a barevné obrázky, a to i v oboru infra červených (tepelných) vln. Je sestaven z osmnácti hexagonálních zrcadel, přičemž devatenáct (středové, jádrové) slouží k přijímání signálu. Bude-li chuť, vůle, čas a peníze, potom příští dalekohled bude mít třicet šest hexagonálních zrcadel se sedmatřicátým středovým. Držme si palce, ať se akce podaří.

Názornost těchto úkazů uspořádání se zrcadly teleskopů si můžeme nakreslit na papíře nebo prohlédnout na včelím plástu. Počty pravidelných „hexagonů“, ze kterých se má zrcadlo sestavit, vychází z myšlenky rozprostraněnosti takové, aby se celek dal „opsat“ minimální kružnicí. Tato Nejtěsnější Uspořádání (**NU**) představují počty zrcadel (**Z**) z řady čísel daných vzorcem:

$$Z_{NU} = (N^2 + N - 6) / 2$$

kde **N** je přirozené číslo rovné nebo větší než čtyři. První slupka hexagonů kolem středového (jádra) je šest, celkem tedy sedm buněk v obrazci (teleskopu). Další slupky jsou v počtu 12; 18; 25; 33; 42; 52; 63; 75; 88; 102; Pokud sčítáme celkové počty buněk v obrazci (ve všech slupkách plus jádro), pak dostáváme řadu čísel **7; 19; 37; 62; 95; 137; ...** . Při pohledu na poslední zapsané číslo v řadě mne napadá úsměvná historka. Přítel, britský astrofyzik a obdivovatel Alberta Einsteina se stejnými iniciály – **AE** (Artur Eddington) pomohl roku 1919 Albertovi s důkazem „**Obecné teorie relativity**“. Chtěl se pochopitelně přiblížit géniu svého přítele, a tak se rozhodl vypočítat „základní číslo“ našeho vesmíru. To číslo vzniká jako převrácená hodnota „konstanty jemné struktury“, přesněji součinu základních fyzikálních konstant. Je to ono číslo **137** (přibližně). **AE** se to nepovedlo, ale kolegové vědci z oboru se jeho snažení tiše usmívali. **AE** první jeho snažení shovívavě nekomentoval. To číslo se nepatrně liší a možná i v čase zvyšuje. Artur byl zřejmě „Pythagorejský odchovanec“, který věřil (jako já), že Svět funguje na základě přirozených čísel. Vždyť jen pohledte, první čtyři členy nahoře uvedené řady počtů hexagonálních buněk jsou dokonce prvočíselné.

Odborné vzdělávání

Studium Korozní inženýr na ČVUT v Praze bude opět zahájen

Certifikace pracovníků v oblasti protikorozi ochrany a povrchových úprav

Povrchové úpravy nejsou již dnes pouze ochranou povrchů proti opotřebení a vlivům prostředí. Progresivní a netradiční technologie tohoto oboru přinášejí povrchům zcela nové vlastnosti a parametry potřebné k zvládnutí záměrů a požadavků projektantů a konstruktérů.

Odborná úroveň osob vykonávající odborné a manažerské činnosti v našich oborech a jejich řádná způsobilost musí být pro bezproblémové vykonávání kvalifikovaných prací ve shodě s certifikací podle platné legislativy a v souladu se zněním standardu **APC Std-401 „Kvalifikace a certifikace pracovníků v oboru koroze a protikorozi ochrany“**.

Certifikovaní pracovníci musí mít, stejně jako v jiných oborech, teoretické a praktické vědomosti v rozsahu, ve kterém provádějí činnosti při práci projekční, inspekční, při hodnocení rizik a při řízení odborných pracovišť.

Kvalifikace a certifikace v tomto oboru představuje nejen splnění požadavku dostatečné praxe, ale též absolvování dokumentovaného školení ve schváleném školicím středisku a fyzickou (zrakovou) způsobilost.

Způsobilost pracovníků a jejich pravomoci odpovídají stupni absolvovaného studia (Korozní technik, Korozní technolog, Korozní inženýr).

Studium ani získaný stupeň kvalifikace nejsou podmíněny vysokoškolským vzděláním. Tato kvalifikační označení poukazují na skutečnost, že jde o velmi zkušeného pracovníka v oboru s vysokými teoretickými, praktickými a manažerskými znalostmi schopného vykonávat odborné práce ve specifických zaměřeních protikorozi ochrany a povrchových úprav na nejvyšší úrovni. Což je dáno kombinací praxe a teoretických vědomostí z protikorozi ochrany a povrchových úprav.

Každoročně je na FS ČVUT v Praze, již více jak 15 let pořádáno v rámci celoživotního vzdělávání ucelené dvousemestrové studium „Povrchové úpravy ve strojírenství“, které umožňuje doplnit si potřebné vědomosti o nové poznatky a získat certifikovanou kvalifikaci „**Korozní inženýr**“.

Studijní skupina v počtu 20 posluchačů složená ze zájemců z firem v ČR i SR se zúčastňuje dvoudenních výukových bloků cca dvakrát za měsíc, tedy celkově 13krát během celého studia. Posluchači tak vyslechnou přednášky více jak 20 specialistů z oboru protikorozi ochrany a povrchových úprav (výuka bude probíhat dle dané situace podle potřeb kontaktní i online formou). K přednesené látce obdrží odborné texty ke všem okruhům učiva. Celkový rozsah studie je cca 150 hodin přednášek, cvičení a exkurzí.

Tak jako je důležité kvalitní všeobecné vzdělání pro život, jsou neméně důležité i profesní znalosti potřebné pro kvalitní výkon povolání. To platí i pro povrchové úpravy.



Harmonogram studia

1. semestr: Korozní a volba materiálů – 72 hodin

Téma	Počet hodin
1. Základy korozí a formy korozí	6
2. Strojírenské materiály	12
3. Fyzikální chemie	6
4. Degradační korozní mechanismy	6
5. Korozí dle prostředí	10
6. Korozní charakteristiky materiálů	8
7. Korozí v průmyslu	6
8. Konstruktivní zásady protikorozní ochrany	6
9. Korozní inženýrství, inspekční činnost	6
10. Tribologie. Ochrana proti opotřebení	6
Celkem	72 hodin

2. semestr: Povrchové úpravy a protikorozní ochrana – 72 hodin

Téma	Počet hodin
11. Předúpravy a čištění povrchu	6
12. Kovové povlaky	6
13. Galvanické pokovení	10
14. Nekovové anorganické povlaky a konverzní vrstvy	6
15. Žárové pokovení a termodifuzní povlaky	6
16. Nátěrové hmoty a systémy	6
17. Práškové plasty a speciální technologie	4
18. Dočasná protikorozní ochrana	4
19. Kontrola kvality a zkušebnictví	8
20. Ekologie povrchových úprav	8
21. Laboratoře + Exkurze	6
Celkem	72 hodin

Termín konání studia Korozní inženýr – únor až prosinec 2023

Bližší informace o tomto studiu a přihlášení na www.povrchari.cz nebo na emailu jan.kudlacek@fs.cvut.cz.

Strojírenské materiály a technologie trochu jinak.

Velmi kriticky, ale zcela pravdivě zazněl článek pana docenta Machka v předchozím čísle Povrcháře, i v jeho vystoupení na semináři v letošních Čejkovicích o nedostacích praktických znalostí technické veřejnosti ve Strojírenských materiálech a technologiích. Tato skutečnost a tvrzení vychází z jeho celoživotního působení v technických funkcích v průmyslu, v našich i zahraničních firmách, externě i na technických odborných pracovištích vysokých škol. Ví tedy velmi dobře o potřebách nás všech doplnit si občas, co se již zapomnělo v těchto pro každodenní potřebu nutných oborech.

Na základě reakce na tyto skutečnosti, ale především k opakovaným požadavkům technické veřejnosti po odborném studiu pro praxi, připravili jsme pro potřeby strojařů krátký odborný kurz s názvem STROJÍRENSKÉ MATERIÁLY A TECHNOLOGIE TROCHU JINAK, který chceme uskutečnit v závěru tohoto roku na Fakultě strojní ČVUT v Praze.

Rámcový program kurzu:

- Slitiny železa. Oceli a litiny.
- Neželezné kovy.
- Materiálové vlastnosti.
- Defektoskopie a zkoušky materiálů.
- Značení materiálů.
- Strojírenské technologie.

Předpokládaný rozsah: 42 hodin, (3 x 2 dny).

Přednášky budou doplněny odbornými texty.

Termín konání: říjen - listopad

Výuka bude probíhat na Ústavu Strojírenské technologie FS ČVUT v Praze 6 Dejvicích, Technická 4.

Další podrobnosti o studiu na emailu: info@povrchari.cz

Ing. Jan Kudláček, Ph.D. - 605868932

Zájemci o toto studium se mohou přihlásit na mailové adrese.

Počet posluchačů ve skupině je maximálně 20.

POVLAKY Z PRÁŠKOVÝCH PLASTŮ

ZAHÁJENÍ KURZŮ – dle počtu přihlášených

Kurz je určen pro pracovníky práškových lakoven, kteří si potřebují doplnit vzdělání v této technologii povrchových úprav. Program studia umožňuje porozumět teoretickým základům povrchových úprav a získat potřebné vědomosti o základních technologiích práškového lakování.

Cílem studia je zabezpečit potřebnou kvalifikaci pracovníků práškových lakoven, zvýšit efektivnost těchto provozů a zlepšit kvalitu realizovaných povrchových úprav.

Postupně je probrána problematika této technologie v celém rozsahu teoretických i praktických požadavků a potřeb pro získání kvalifikačního certifikátu.

Obsah kurzu:

- Základy koroze a protikorozní ochrany
- Předúpravy a čištění povrchů
- Práškové plasty (vlastnosti, volba, aplikace)
- Technologie práškového lakování
- Zařízení a vybavení práškových lakoven
- Kontrola kvality povlaků
- Bezpečnost práce v lakovnách
- Související procesy (zdroje vzduchu a jeho čištění, vytvrzovací pece, stříkácí pistole, roboty)
- Příčiny a odstranění vad v povlacích



Garant kurzu:

doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc.

Viktor.Kreibich@fs.cvut.cz

Rozsah kurzu:

6 dnů (42 hodin)

Kromě specializace na technologie povrchových úprav je možné připravit školení z dalších výrobních technologií.

Více informací: Ing. Jan Kudláček, Ph.D. (tel: 605868932, email: info@povrchari.cz)

Odborné akce

Fórum nerezářů 2022



FocusNerez pořádá

9. konferenci o korozivzdorných ocelích

19. - 21. září 2022
Hotel Atlantis, Brno

Exkurze: FK system - povrchové úpravy, s.r.o.

Generální partner:



NEREZOVÉ ROŠTY

Partneři:



LG INOX



NEREZOVÉ
VYPALKY

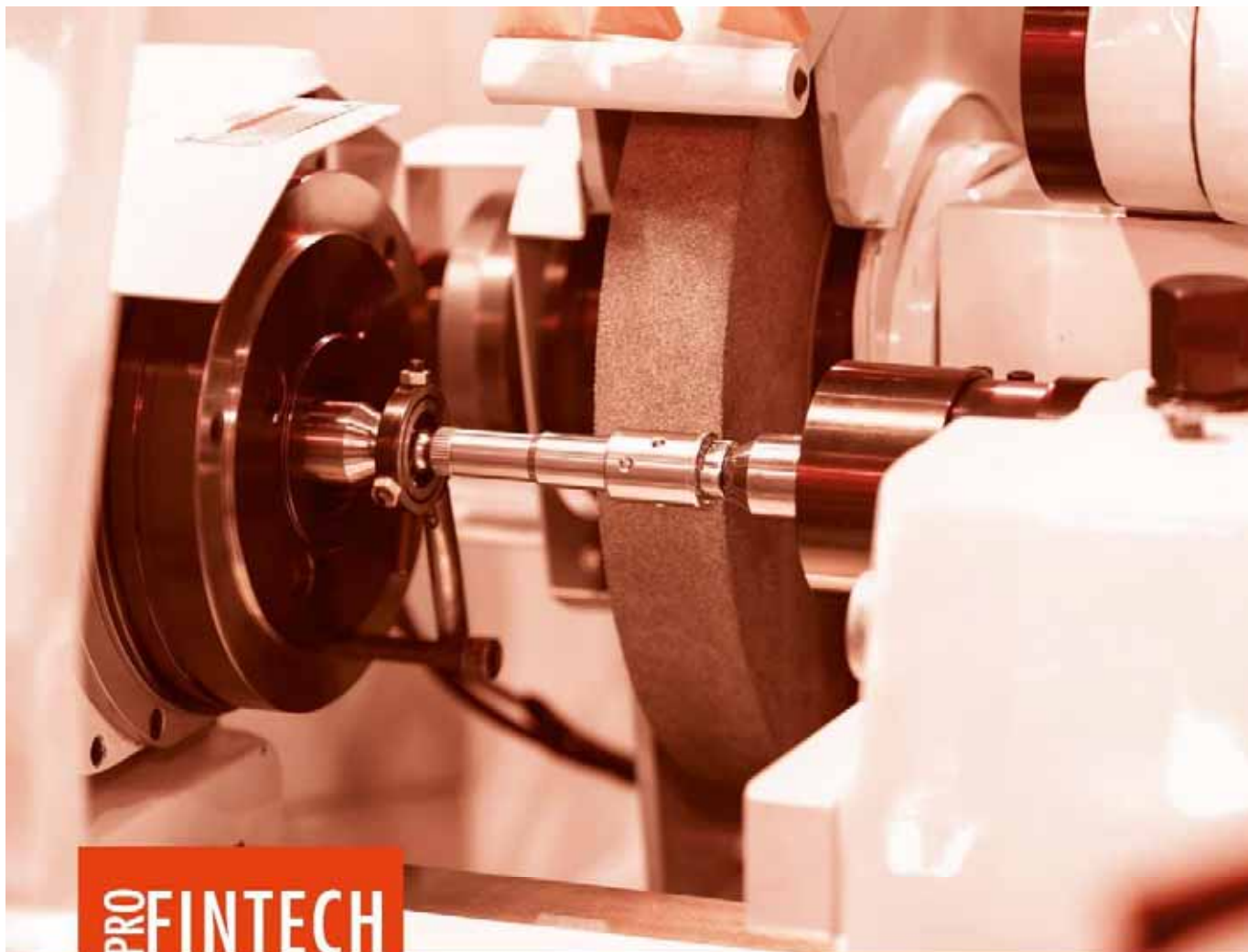
dacapo STAINLESS

Mediální partneři:



KONSTRUKCE

www.forum-nerezaru.com



PROFINTECH



8. mezinárodní veletrh technologií
pro povrchové úpravy



MSV 2022



IMT 2022



4.-7.10. 2022

Výstaviště Brno

www.bvv.cz/profintech

Central
European
Exhibition
Centre

BVV



Veletrhy
Brno



ODBORNÝ SEMINÁŘ

ÚSPORY ENERGIÍ VE STROJÍRENSTVÍ

Odborný seminář pro zájemce o možnosti úspor v technických oborech a energetice v rámci konání MSV 2022 v Brně.

Cílem je poskytnout kontakty a praktické příklady jak optimalizovat výrobní náklady a ušetřit energii. Vždyť ta ušetřená je ta nejlevnější!

Tento odborný seminář se uskuteční **6. 10. 2022 od 10 do 13 hodin** na brněnském výstavišti v **přednáškovém sále č.103 Administrativní budovy** (ve výškové budově BVV, vstup vlevo od brány 1).

Z programu:

- Snížení pasivních odporů a tření funkčních dvojic.
- Prodloužení životnosti obráběcích a tvářecích nástrojů.
- Úspory energií nastavením optimálních parametrů tepelných zdrojů a kotelen.
- Čistění vnitřních povrchů topných systémů a chladičů.
- Odstranění silných korozních vrstev a povlaků nátěrových hmot rychle a levně.
- Netradiční a provozně levné nové zdroje tepla. Pelety. Tepelná čerpadla. Reflexní fólie.

Akce je připravena Centrem pro povrchové úpravy – CPU, správou brněnských veletrhů a výstav – BVV a Fakultou strojní ČVUT v Praze, Ústavem strojírenské technologie.

Akci hradí BVV a organizátoři akce, přesto z důvodu kapacity sálu si Vás dovoluujeme požádat o včasné vyplnění elektronické přihlášky na www.povrchari.cz

doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc.

ODBORNÝ GARANT

Viktor.Kreibich@fs.cvut.cz

+420 602 341 597

Ing. Jiří Kuchař, Ph.D. IWE

ORGANIZAČNÍ GARANT

Jiri.Kuchar@fs.cvut.cz

+420 720 108 375

Mediální podpora:



Technický týdeník



Asociace českých a slovenských zinkoven, z. s.

ve spolupráci s generálním partnerem akce, společností
Wiegel Sereď žiarové zinkovanie s. r. o. (www.wiegel.sk) a partnerem společenského večera,
společností ZINKPOWER (www.zinkpower.com) si Vás dovoluji pozvat na

27. KONFERENCI ŽÁROVÉHO ZINKOVÁNÍ

11.–13. října (oktobra) 2022, hotel Holiday Inn Trnava (www.holidayinn-trnava.sk)

Exkurze: • Vinařství Mrva & Stanko, a. s. (www.mrvastanko.sk)
• Johns Manville Slovakia a. s. (www.jm.com)



PROGRAM KONFERENCE

úterý 11. 10. 2022

- 12:00 hod. registrace účastníků konference
- 13:30 hod. valná hromada AČSZ (pouze pro členy AČSZ)
- 16:45 hod. odjezd 1. autobusu na prohlídku a posezení ve vinařství Mrva & Stanko, a. s.
- 17:00 hod. ochutnávka vín a večere ve vinařství Mrva & Stanko, a. s.
- 22:00 hod. odjezd posledního autobusu do hotelu

středa 12. 10. 2022

- 08:00 hod. registrace účastníků konference
- 09:00 hod. zahájení, přednášky a prezentace firem
- 10:45 hod. přestávka
- 12:30 hod. společný oběd
- 14:00 hod. přednášky a prezentace firem
- 16:30 hod. ukončení přednášek a prezentací firem
- 19:00 hod. společenský večer

čtvrtek 13. 10. 2022

- 10:00 hod. sraz účastníků exkurze do společnosti Johns Manville Slovakia a. s. u hlavní osobní brány do závodu

Mediální partneři:

KONSTRUKCE
all-for **power**



Sekretariát:

Asociace českých a slovenských zinkoven, z. s.
Na Burni 1497/39
CZ 710 00 Ostrava – Slezská Ostrava
tel.: +420 596 110 783
fax: +420 960 596 110 783
mobil: +420 602 690 089
e-mail: info@acsz.cz

WWW.ACSZ.CZ

Organizační garant:

Ing. Petr Strzyž

Bankovní spojení:

AČSZ
Banka: ČSOB, a. s., Ostrava, Hollarova 5
CZK účet: č.ú. 476977503/0300
IBAN: CZ65 0300 0000 0004 7697 7503
EUR účet: č.ú. 266488058/0300
IBAN: CZ18 0300 0000 0002 6648 8058
BIC: CEKOCZPP

Výhodné ceny vložného
do 30. září 2022!

XV. konference PIGMENTY A POJIVA

7.–8. listopad 2022

Kongresový hotel JEZERKA, Seč u Chrudimi

Pigmenty – Pojiva – Speciální materiály

Konference zaměřená na aplikovaný výzkum z oblasti pigmentů, pojiv a specialit pro povrchové úpravy materiálů pomocí organických povlaků a nátěrových hmot. Je platformou k setkání zástupců výrobních firem, výzkumu a vývoje, univerzitní sféry a obchodních společností.

PIGMENTY – VÝROBA, VLASTNOSTI A APLIKACE

- Pigmenty – bílé a barevné (organické / anorganické)
- Antikorozní pigmenty
- Aplikace pigmentů – stavebnictví, nátěrové hmoty, plasty a kaučuky

POJIVA – VLASTNOSTI A APLIKACE

- Anorganická pojiva – křemičitá, hliníto-křemičitá a fosforečná pojiva pro keramiku, stavebnictví, vysokoteplotní nátěry, slévárenské směsi, speciální pojiva pro stavebnictví
- Organická pojiva – pro nátěrové hmoty a stavebnictví
- Aditiva – přísady a příměsi pro stavební chemii, nátěrové hmoty a plasty
- Aplikace pojiv – stavebnictví, nátěrové hmoty, slévárenství, výroba plastů

SPECIÁLNÍ MATERIÁLY / LEGISLATIVA

- Kovové nanomateriály (NM) – Fe, Ag, Au atd.
- Uhlíkové NM – nanotrubičky, fullereny, saze, nanodiamanty
- Organické NM – nanovlákná, dendrímy, polystyren
- Oxidy kovů – TiO_2 , SiO_2 , Al_2O_3 , ZnO , ZrO_2
- Anorganické NM – anorganická vlákna, jíly, zeolity, silikáty
- Aplikace nanomateriálů
- Smart coatings
- Legislativa a ochrana životního prostředí

Organizuje CHEMAGAZÍN ve spolupráci s Ústavem chemie a technologie makromolekulárních látek, Fakulty chemicko-technologické, Univerzity Pardubice



ORGANIZÁTOŘI

CHEMAGAZÍN



Univerzita
Pardubice
Fakulta
chemicko-technologická

HLAVNÍ SPONZOR

racka

REGISTRACE



25. konference Koroze a protikorozi ochrana materiálů

Dne 9. - 11. 11. 2022 se bude v Hotelu Atlantis. Poblíž Brněnské přehrady

Konference se tradičně věnuje hlavním tématům korozního inženýrství, protikorozi ochrany a korozního výzkumu.

Konference AKI, s podtitulem Koroze a ochrana materiálů, je tradičním setkáním korozních inženýrů z aplikační a akademické sféry. Představuje vzácnou příležitost pro konstruktivní dialog mezi praktiky z chemického, energetického, petrochemického průmyslu a jiných odvětví a korozními výzkumníky ...

Zaměření konference:

- Protikorozi ochrana povrchovými úpravami
- Koroze v automobilovém průmyslu
- Koroze úložných zařízení a katodická ochrana
- Koroze v atmosféře
- Koroze v energetice a chladicích okruzích
- Koroze kovových památek
- Koroze biomateriálů
- Korozní zkušebnictví a monitoring

Bližší informace: www.aki-koroze.cz/konference.php



18 MEZINÁRODNÍ
ODBORNÝ
SEMINÁŘ

PROGRESIVNÍ A NETRADIČNÍ TECHNOLOGIE POVRCHOVÝCH ÚPRAV

23. – 24. 11. 2022
OREA CONGRESS HOTEL
BRNO

Partner semináře:

BVV



Veletrhy
Brno

Mediální podpora:

Technický týdeník

KONSTRUKCE



WWW.POVRCHARI.CZ

Reklamy

Recognoil®
.com

Bud'te připraveni na budoucnost

Detektor Recognoil® 3W

Bezdrátový ruční detektor Recognoil® je klíčovým produktem firmy TechTest. Využívá se v průmyslu pro rychlou a spolehlivou kontrolu čistoty povrchů a pro ověření nanášení přesných olejových vrstev.

U zcela nové třetí generace Recognoil® 3W bylo díky spolupráci s předním českým designérem Martinem Tvarůžkem dosaženo zásadních technických inovací a špičkových estetických a ergonomických vlastností. Přístroj opatřený displejem nejen že dokáže pomocí analýzy fluorescence detekovat, měřit a vizualizovat výskyt nečistot na povrchu, ale dokáže stanovit i povrchové napětí základního materiálu; zároveň funguje jako základna pro další senzory, jako například teploty, vlhkosti – rosného bodu atd.

Lze připojit i externí senzory zhotovené na míru, např. pro detekci uvnitř trubek, ventilů atp. Disponuje rovněž konektivitou Bluetooth, Wi-Fi a umožní tak připojení k obslužnému terminálu a do podnikové sítě.

Průmysl 4.0

Díky rozšířené konektivité je přístroj připraven pro nasazení v provozech splňujících standardy digitalizace Průmyslu 4.0. Data lze v reálném čase vyhodnocovat firemním kontrolním systémem a v prostředí cloudu.

Mezi spokojené uživatele našich produktů patří firmy z širokého spektra oborů:

- lakování
- galvanické pokovení
- povlakování
- vakuová technika
- optimalizace procesů odmašťování a čištění
- tváření
- svařování, pájení
- dočasná protikorozní ochrana
- lepení
- a mnohé další



TechTest, s.r.o. | www.techtest.cz | info@techtest.cz | +420 774 452 995

THE FACTORY AUTOMATION COMPANY

FANUC

Jeden dodavatel, nekonečné možnosti.



Průmyslové roboty, CNC
stroje a CNC řídicí systémy

Kompletně navrženo
a vyrobeno v Japonsku

FANUC je, díky třem základním skupinám produktů, jedinou společností v tomto sektoru, která interně vyvíjí a vyrábí všechny hlavní komponenty. Každý detail hardwaru i softwaru prochází řadou kontrolních a optimalizačních procesů. Výsledkem je vynikající funkční spolehlivost a důvěra spokojených zákazníků na celém světě. WWW.FANUC.CZ



Certifikační sdružení pro personál - APC, z.s.

NABÍDKA SLUŽEB

Podnikatelská 545, 190 11, Praha 9

**KVALIFIKACE
A CERTIFIKACE**



APC jako nejstarší akreditovaný certifikační orgán NDT v ČR zajišťuje personální certifikaci a kvalifikaci technického personálu.

APC je akreditováno Českým institutem pro akreditaci (ČIA, o. p. s.)

v souladu s požadavky normy ČSN EN ISO / IEC 17024 : 2013 pro NDT metody AT, ET, FT, LT, MT, PT, RT, UT a VT.

Pro pracovníky v oboru:

➔ NEDESTRUKTIVNÍ DEFEKTOSKOPIE

- nedestruktivní defektoskopie podle standardu **Std-101 APC**

- specifické činnosti NDT standard **Std-202 APC**

- specifické činnosti NDT standard **Std-201 APC**

➔ KOROZE A PROTIKOROZNÍ OCHRANY

- koroze a protikorozní ochrana standard **Std-401 APC**

➔ TEPELNÉHO ZPRACOVÁNÍ KOVŮ

- tepelné zpracování kovů standard **Std-402 APC**

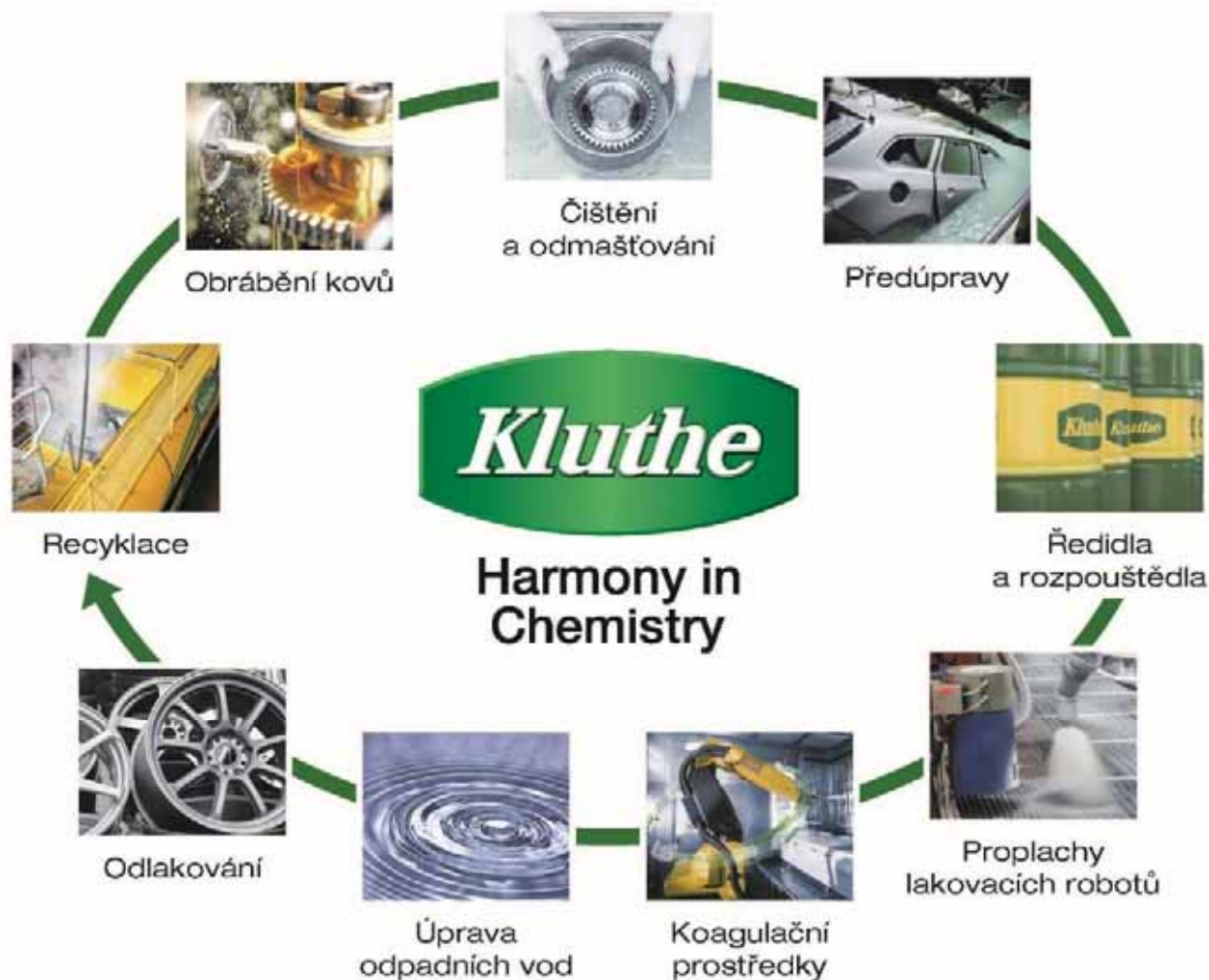
Jak získat **CERTIFIKÁT APC** v osmi snadných krocích?

- 1.** *Podáte* přihlášku ke školení
- 2.** Školení
- 3.** Osvědčení o školení + praxe
- 4.** *Podáte* přihlášku ke zkoušce
- 5.** Zkouška
- 6.** Osvědčení o zkoušce
- 7.** *Podáte* žádost o certifikát
- 8.** Vydání certifikátu APC



Kontaktujte nás: www.apccz.cz apc@apccz.cz tel.: 246 061 395

KOMPLEXNÍ CHEMIE PRO VÝROBU 360°



Kluthe CR, s.r.o.

Podkovářská 674/2

190 00 Praha 9

Česká republika

Tel.: +420 493571623

E-mail: kluthe@kluthe.cz

www.kluthe.cz



**Materiály pro strojírenství
včetně speciálních materiálů
na bázi olova, antimonu a cínu**



email: z.jonak@volny.cz

hotline: +420 733 134 584

Redakce online časopisu POVRCHÁŘI

Časopis Povrcháři je registrován jako pokračující zdroj u Českého národního střediska ISSN.

Tento on-line zdroj byl vybrán za kvalitní zdroj, který je uchováván do budoucna jako součást českého kulturního dědictví.

Povrcháři ISSN 1802-9833

Šéfredaktor

doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc., tel: 602 341 597

Redakce

Ing. Jan Kudláček, Ph.D., tel: 605 868 932

Ing. Jiří Kuchař, Ph.D., IWE tel: 720 108 375

Kontaktní adresa

Ing. Jan Kudláček, Ph.D.

Semonice 110

551 01 Jaroměř

e-mail: info@povrchari.cz

tel: 605868932

Grafické zpracování

Ing. Jaroslav Červený, Ph.D.

Redakční rada

prof. Ing. Pavol Božek, STU Bratislava, MTF Trnava

prof. Ing. Andrea Kalendová, Univerzita Pardubice

doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc., ČVUT v Praze

doc. Ing. Václav Machek

Ing. Jana Vrbová, Certifikační sdružení pro personál, z.s.

Ing. Petr Szelag – Pragochema spol. s r.o.

Ing. Jan Kudláček, Ph.D., ČVUT v Praze

Ing. Jiří Kuchař, Ph.D., IWE, ČVUT v Praze

Přihlášení k zasílání online časopisu je možno provést na info@povrchari.cz

Všechna vyšlá čísla je možné stáhnout na www.povrchari.cz